



LUKÁCS E.
DÉTER A.
TARJÁN E.

CALEIDOSCOP fizic

Traducere din limba maghiară
de P. GERAN și M. TEODORESCU

★

Ilustrațiile au fost reproduse după
originalul maghiar

★

Coperta de D. IONESCU

TARKABARKA FIZIKA

IFJUSÁGI KÖNYVKIADÓ

Budapest 1955

LUKÁCS E. — PETER A.
TARJÁN R.

CALEIDOSCOP FIZIC



1957

EDITURA TINERETULUI

Redactor de carte : P. Dudcovschi
 Tehnoredactor : N. Panaitide
 Corector : V. Sion

*Dat la cules 24.I.957. Bun de tipar 24.IV.957. Tiraaj
 12.050 ex. broşate şi 3.050 ex. cartonate. Hîrtie
 ediţiuni tip B de 60 gr. m.p. Coli de tipar 18,25.
 Coli de editură 13,5. Ft. 32/84×108. Com. ediţiunii
 2311. Ediţia I. A. 05580. Pentru bibliotecile mici
 indicele de clasificare (53 (A)=R)*

Tiparul executat sub com. nr. 156 la Combinatul
 Poligrafic Casa Scînteii „I. V. STALIN”,
 Bucureşti — R.P.R.

Cuvînt înainte

Lectura preferată a autorilor acestei cărți sînt romanele lui Jókai, marele romancier maghiar. Acesta ne arată în „Romanul secolului viitor“ cum vede el transformarea felului de viață al oamenilor, o dată cu dezvoltarea tehnicii.

Astfel, în orașul viitorului, pe care-l numește „Căminul“: „...mașinile fabricilor nu mai consumă cărbuni; fiecare fabrică și-a forat un puț în adîncurile pămîntului și își scoate de acolo combustibilul necesar. Izvorul de energie subterană furnizează totodată și gaze, care se pot folosi, după o transformare chimică, pentru iluminat. Toate casele orașului „Căminul“ sînt legate prin conducte, cu puțurile „de foc“, de unde iarna primesc căldură, și în timpul nopții, lumină. Gazele servesc, de asemenea, și pentru gătit. Cînd timpul e friguros, ele încălzesc grădinile și semănăturile amenințate de ger, iar vara contribuie la coacerea strugurilor. Într-un cuvînt, gazele produc energia necesară tuturor fabricilor, alimentează focul vetrelor, creează atmosfera tropicală, caracteristică serelor de lux“.

În adevăr, așa arată străzile principale ale orașului „Căminul“: ca niște sere de lux.

Punerea în mișcare a mașinilor, încălzitul și gătitul cu ajutorul căldurii scoase din fundul pămîntului! Ce minunată

idee! Realizarea ei ar transforma complet felul de viață al omenirii. Dar este oare posibil acest lucru?

Foarte mulți copii citesc romanele lui Jókai sau cele ale lui Jules Verne, care descriu întâmplări fantastice asemănătoare. Desigur că cititorii acestor cărți își pun întrebarea: care este sîmburele științific al fantasmagoriilor povestite și ce s-ar putea realiza din ele?

Pentru a putea să răspundem, nu e de ajuns să știm ceea ce am învățat la școală, la lecțiile de fizică. Pentru aceasta, este nevoie să ne însușim modul de gîndire potrivit fizicii, adică raționamentele ei, și să știm a aplica singuri cele învățate.

Asemenea probleme din domeniul fizicii, fenomene obișnuite în viața de toate zilele, precum și idei fantastice, am strîns în această carte. Așadar nu vom putea învăța din ea chiar fizică. Ba, mai mult, pentru ca cineva să răsfoiască această carte cu folos, va trebui să cunoască mai întîi legile fundamentale ale fizicii. Numai așa vom putea să învățăm a gîndi în spiritul fizicii, și vom putea să aplicăm mai bine cele ce cunoaștem, în oricare ramură a activității noastre.

Nădăjduim că toți cei ce vor citi cartea aceasta și vor cugeta asupra celor citite, vor cîștiga nenumărate cunoștințe din domeniul fizicii.

CURIOZITĂȚI ȘI ÎNVĂȚĂMINTE DIN MECANICĂ

O călătorie ciudată

Cui nu-i plac romanele lui Verne? Cei mai mulți dintre noi citim cu nespusă plăcere întâmplările fantastice, în care imaginația scriitorului se avîntă dincolo de marginile realității, descriind mașini și mijloace de transport ce nu există decît în mintea sa. S-a întîmplat însă uneori ca visurile scriitorului să se și înfăptuiască mai tîrziu, o dată cu dezvoltarea tehnicii, măcar în parte, dacă nu în totul, așa cum își închipuise el. Astfel s-a realizat, de pildă, avionul visat de Jókai în „*Romanul secolului viitor*“.

Alte ori, însă, imaginația poetică îl duce prea departe pe scriitor. Eroii săi participă la peripeții care nu numai că nu s-au întîmplat, dar nici nu sînt posibile în realitate, deoarece contravin legilor fizicii.

Astfel, un scriitor francez din secolul al XVII-lea ne povestește o întîmplare ciudată a eroului său. Acesta era un fizician și, în timpul experiențelor, puterea unei explozii îl aruncă în aer, împreună cu retorta sa. El rămase suspendat acolo timp de cîteva ore, pînă cînd reuși în sfîrșit să coboare din nou la pămînt. Dar, ce surpriză: în loc să se mai afle în

Franța, unde făcuse experiența, se pomeni tocmai în Canada, adică în America de Nord! Ei, dar nu degeaba era el fizician! A și găsit explicația ciudatei întâmplări! Fără nici un pic de îndoială, asta era: pe cînd se afla în aer, pămîntul s-a învîrtit sub el de la apus spre răsărit, astfel că, revenind pe sol, a ajuns și fizicianul nostru mult mai spre apus față de locul ridicării în aer.

Interesantă teorie — n-ai ce zice! — și unde mai pui că ieftinește extraordinar călătoriile! Fără să ne mai urcăm în tren, sau în vapor, fără să mai călătorim zile întregi, ne ridicăm doar în aer și așteptăm foarte comod să se învîrtească pămîntul sub noi. Soluționîndu-se acum și problema ridicării în aer, cu balonul de exemplu, nu mai este nevoie nici de vre-un miracol, ca în secolul al XVII-lea.

Acest minunat mijloc de comunicație nu are decît un singur defect, și anume acela de a fi irealizabil. De ce?

Se știe că pămîntul este înconjurat de un strat de aer, înalt de circa 400 km. Zadarnic ne-am lansa de la suprafața pămîntului, căci, ridicîndu-ne în aer, am rămîne tot în atmosferă care, fiind antrenată în mișcarea de rotire a globului, duce cu ea tot ce cuprinde: nori, păsări, avioane, insecte — și pe noi, firește!

Ce s-ar întîmpla pe pămînt dacă atmosfera nu s-ar învîrți împreună cu el?

Să ne închipuim că ne aflăm într-un automobil deschis, care gonește în sens contrar rotației pămîntului cu o viteză de 100 km pe oră.

Chiar dacă vîntul nu ar sufla de loc, în timp ce mașina gonește, noi vom simți un puternic curent de aer — nu din față, cum ne-am aștepta, ci din spate. Dacă atmosfera ce înconjoară pămîntul nu s-ar învîrți împreună cu el, am trăi tot timpul într-o furtună neîncipuit de puternică, deoarece viteza de rotire a globului este de circa 1 200 km pe oră. Ca să ne dăm seama de această valoare, să ne gîn-

dim că viteza celui mai puternic uragan nu atinge decît 144 km pe oră ! În zadar ne-am ridica la înălțimi mari: pămîntul nu se deplasează sub noi, ci ne duce cu el. Revenind pe sol, ne vom găsi tot în locul de unde am plecat. Că așa stau lucrurile, se poate dovedi într-un mod foarte simplu: aflîndu-ne într-un tren în plin mers, să sărim de mai multe ori în sus. Vom constata că revenim mereu pe locul nostru inițial. E drept că trenul își schimbă neîncetat poziția sub noi, dar totodată și noi urmăm aceeași mișcare, ca și trenul , chiar în timpul săriturii.

1. O mică „ghicitoare“

Dar în loc să sărim în aer și să exploatăm rotirea pămîntului, e mai sigur să călătorim cu acceleratul. Și în acest timp vom avea și ocazia să rezolvăm o problemă „pămîntească“. Iată: Trenul accelerat aleargă în plină viteză, mistuind kilometru după kilometru. Într-un compartiment, în lipsă de altceva mai amuzant, călătorii discută: care să fie viteza trenului? Unul din ei căuta să demonstreze că ea ar fi de cel puțin 80 km pe oră, iar altul, și mai „specialist“, pretindea că trenul ăsta n-ar face nici 40 km pe oră. Primul propuse un rămășag, dar celălalt nu voia să primească, deoarece nu era nimeni acolo care să fi putut hotărî de partea cui e dreptatea.

Interveni atunci un al treilea călător, care pînă în clipa aceea nu scosese o vorbă, și se oferî să hotărască el cine a cîștigat. Cei doi se întoarseră mirați:

— Dar dumneavoastră de unde știți care e viteza trenului?

— Deocamdată nu știu, dar pot calcula ! Scoateți, vă rog, ceasul și urmăriți secundarul. Așa ! Numărați de cîte ori pe minut se zdruncină vagonul !

Timp de un minut, toți cei de față își priviră cu atenție ceasurile și numărarea zdruncinăturile. În sfîrșit, minutul trecu.

— De optzeci de ori! exclamă aproape toți odată.

— Împărțiți la 4! zise cel ce se oferise să arbitreze.

— Fac douăzeci! strigară în cor tovarășii de drum.

— Ei, acum să înmulțim cu 3!

— Șaizeci!

— Bine! Așadar, trenul nostru merge cu o viteză aproximativă de 60 km pe oră!

— Dar cum, cum ați calculat? năvăliră întrebările călătorilor mirați.

— E foarte simplu. Totuși, secretul nu vi-l spun! De altminteri, oricine îl poate afla și singur!

Călătorii se gîndiră, socotiră, discutară. Deodată, trenul intră într-o gară. Un călător coborî și măsură cu pasul lungimea unei bucăți de șină.

— Am descoperit „secretul“, — strigă el fericit. 12 metri!

— Bineînțeles! — spuse „înțeleptul“ compartimentului— asta este lungimea standardizată a șinelor!

Firește că acum ne va fi ușor să calculăm viteza: trenul a parcurs într-un minut $80 \times 12 = 960$ metri, iar într-o oră, de șaizeci de ori mai mult, adică 57 600 metri, ceea ce fac 57,6 kilometri. Într-adevăr, aproape 60 kilometri...

Da, dar socoteala a fost cu mult mai simplă. Nu era nevoie să înmulțim cu cifre atît de mari, ci doar să împărțim la 4 și să multiplicăm cu 3. Asta se poate calcula foarte ușor și în minte.

Cum a procedat „înțeleptul“ compartimentului?

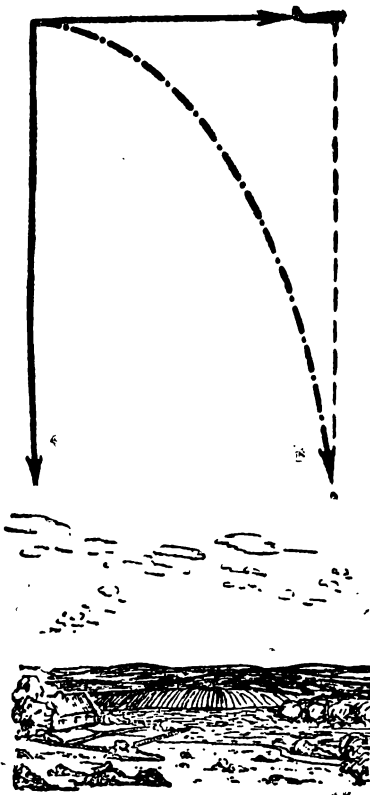
Unde cade o piatră aruncată din avion?

Un elev din clasa a șaptea a avut ocazia să ia parte la un mare eveniment. Un bun prieten al tatălui său era pilot. Acesta l-a dus la aeroport, l-a urcat într-un avion și s-au ridicat împreună în văzduh. Elevul mi-a povestit că în timp

ce zburau pe deasupra oraşului, privind în jos, a zărit căsuţa şi grădina celui mai bun prieten al său. Şi ce i-a dat prin gând? Să-i trimită prietenului salutări, de-acolo, de sus. Noroc că avea la el un creion şi o bucată de hîrtie, iar în buzunarele-i pline cu tot felul de „bogăţii“ se găsea chiar şi o piatră! Scrise deci repede salutările, înfăşură bine piatra în hîrtie şi, cînd avionul ajunse deasupra casei, o azvîrli jos. El era sigur că piatra va cădea în grădina casei. Dar, urmărind cu ochii dacă scrisoarea îşi va atinge ţinta, băgă de seamă, cu mirare, că piatra, în căderea ei, rămînea mereu sub avion, de parcă ar fi coborît pe un fir invizibil. Şi cînd ajunse, în sfîrşit, la pămînt, ea se opri mult mai departe de locul pe care-l ţintise elevul.

Care să fi fost cauza?

Deşi ar putea să pară ciudat în primul moment, cauza este aceeaşi care împiedică însăşi funcţionarea mijlocului de comunicaţie de care vorbeam la începutul cărţii. Într-adevăr, piatra s-a mişcat împreună cu avionul, cu aceeaşi viteză în direcţie orizontală. Părăsind avionul, piatra a căzut, dar, din cauza inerţiei, ea



Piatra aruncată din avion şişi păstrează mişcarea în direcţie orizontală. La aceasta se adaugă şi căderea ei verticală. Din cele două mişcări rezultă o a treia, cea reprezentată prin linia întreruptă.

și-a păstrat și mișcarea anterioară, orizontală. Cele două mișcări—orizontală și verticală — se combină în modul arătat de figura alăturată, iar piatra, în căderea ei, descrie o curbă asemănătoare cu drumul unui corp aruncat în direcție orizontală, sau cu traiectoria unui glonț.

În realitate, însă, lucrurile nu stau chiar așa. Mai trebuie să ținem seamă și de faptul că, în ambele sensuri, mișcarea întâmpină rezistența aerului. Deci piatra nu merge chiar o dată cu avionul, ci rămîne tot mai mult în urma lui.

Piloții bombardierelor trebuie să calculeze direcția de ochire în baza principiului arătat mai sus, ținînd seamă, bineînțeles, și de alți factori, cum este, de exemplu, direcția vîntului.

Părăsim globul pămîntesc

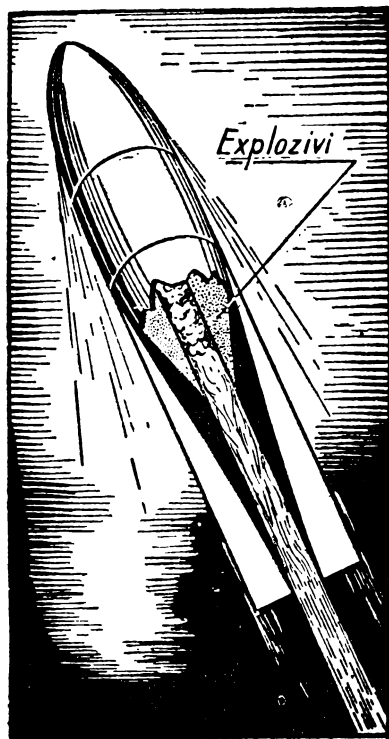
Dezvoltarea tehnicii a dat de lucru întotdeauna imaginației scriitorilor.

Descoperirea avionului îndeosebi le-a inspirat numeroase creații. De cînd în fața omului s-a deschis drumul spre înălțimile văzduhului, s-a ivit de la sine și întrebarea dacă nu ar fi cu putință să ne ridicăm la înălțimi mereu mai mari, pînă ce am părăsi cîmpul de atracție al pămîntului și am ajunge într-o altă planetă.

Deși există cărți cu acest subiect ce descriu călătoriile interplanetare într-un chip extrem de verosimil, ne dăm seama că acest vis nu este încă posibil în stadiul actual al științei. Trebuie să ne gîndim însă că voința oamenilor, perfecționarea mijloacelor lor tehnice, și dezvoltarea științei au dus la soluționarea multor probleme, pe care toată lumea pînă atunci le considerase ridicole, imposibile.

Primii pași — deocamdată foarte modești — s-au și făcut, în vederea realizării zborului în lună. Savantul rus Țiolkovski a fost primul care a propus un proiect acceptabil, putînd servi ca punct de plecare pentru realizarea acestui zbor.

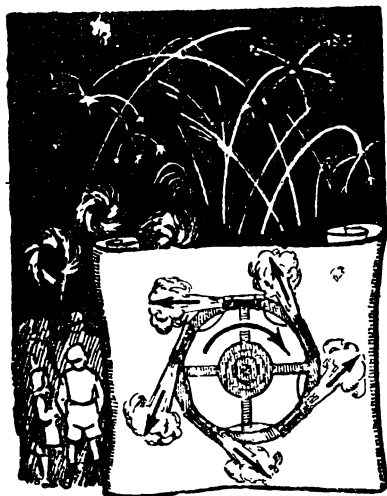
Dar care să fie, de fapt, motivul ce ne oprește să zburăm cu avionul sau cu zepelinul pînă la lună? Dirijabilul, ca și avionul, nu poate înainta decît în atmosferă. Deplasarea acestor vehicule se realizează tocmai cu ajutorul forței ascensionale. Or, între pămînt și lună nu există aer. Stratul de aer ce înconjoară pămîntul are o grosime de aproximativ 400 km, pe cînd distanța dintre pămînt și lună este de 400 000 km. Bineînțeles că în aceste condiții nici dirijabilul și nici avionul n-ar putea să ne fie de folos. Problema ce se pune este construirea unui mecanism care să nu aibă nevoie de aer pentru a se mișca. După părerea lui Țiolkovski, această mașină ar fi racheta. El și-a imaginat o rachetă uriașă, transportînd o cantitate mare de explozivi, fiind propulsată prin gazele aruncate afară. Călă-



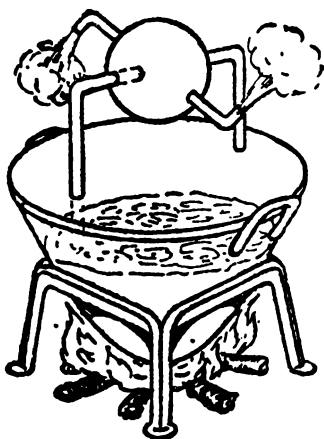
Modelul rachetei.

torii pot regla eîsinguri puterea {exploziilor și, prin aceasta, însăși viteza rachetei. Reducînd viteza, pot să aterizeze pe oricare planetă și apoi să se întoarcă pe pămînt. Această teorie nu conține nimic în contradicere cu vreuna din legile fizicii, însă realizarea ei practică se lovește de o mulțime de probleme, deocamdată nerezolvate. Dezlegarea lor este o chestiune de viitor.

Dar cum funcționează racheta? S-a crezut, mai demult, că ea zboară, deoarece prin arderea prafului exploziv din interior se formează gaze, care o împing înainte, în urma izbirii lor de rezistența aerului. Bine, bine, dar faptul că ra-



Roata chinezească.



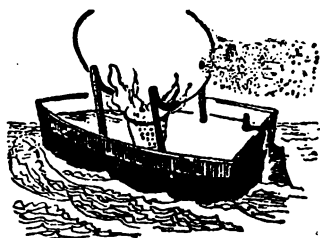
„Mașina de abur“ a lui Heron.

cheta poate zbura și în vid, ba chiar mai bine decât în atmosferă, se opune acestei teorii!

Să ne închipuim un cilindru de tablă, închis la un capăt și deschis la celălalt. Cilindrul este umplut cu praf de pușcă și numai de-a lungul axei sale are un canal gol. Arderea prafului exploziv începe din acest canal și se extinde apoi spre suprafața sa exterioară. Prin ardere se nasc gaze, care exercită o apăsare asupra pereților cilindrului de tablă. Presiunile laterale se compensează.

Cum însă cilindrul este deschis la un capăt și pe acolo gazele ies libere, presiunea exercitată asupra celuilalt capăt nu este cu nimic compensată, astfel că racheta este împinsă în direcția prevăzută prin potrivirea dispozitivului de lansare.

Pe baza aceluiași principiu se învîrtește și „roata chinezească“, una din figurile preferate ale jocurilor de artifiicii: pe o roată se leagă tuburi pline cu praf de pușcă. La arderea acestuia, gazele ies printr-o parte, iar tuburile — firește împreună cu roata — se învîrtesc în sens opus. Este interesant de știut că forma cea mai cunoscută a acestui dispozitiv a fost inventată de un fizician maghiar — Ioan Segner — numindu-se și azi „morișca lui Segner.“ Același principiu a stat și la baza primei „mașini cu abur“ construită de Heron din Alexandria, cu 200 de ani î.e.n. Aburul din cazan trece prin țevi spre o sferă fixată pe un ax orizontal. Pe această sferă sînt montate alte țevi, cotite, prin care aburul este aruncat în atmosferă, împingînd țevile în direcție opusă și făcînd astfel ca sfera să se învîrtească.



Vaporașul este împins înainte de gazele produse în coaja unui ou și evacuate prin orificiul din spate.

Este drept că, pe vremea lui Heron, nimănui nu i-a trecut prin gînd că acestui mecanism i s-ar putea da o întrebuințare practică, fiind socotit, pur și simplu, ca o jucărie. Într-adevăr, în epoca sclavagistă, forța producătoare cea mai ieftină era munca sclavilor, așa că exploatareii nu puteau avea nici un interes să înlocuiască puterea omului prin mașini.

Și noi putem construi, pe baza principiului lui Heron, un vaporaș, din hîrtie și coajă de ou. Corpul vaporașului se confecționează din hîrtie, iar aburul se formează într-un „cazan“ înjghebat dintr-un ou din care s-a scos conținutul printr-o gaură mică făcută la un capăt.

Sub „cazan“ se așază un degetar, în care am pus vată îmbibată cu spirt.

Prin arderea acestuia, aerul din coaja oului se încălzește și iese prin orificiul de la capăt, făcînd astfel ca vaporașul să se miște în direcție opusă.

Cum putem folosi mișcarea relativă

Ne aflăm într-un tren care merge în plină viteză. Ajungem la o gară mai mare, de la care pornește o linie dublă. Pe linia paralelă, o dată cu trenul nostru mai pleacă un tren și, cum amîndouă merg cu aceeași viteză, ele înaintează unul lîngă altul. Observatorului aflat într-unul din cele două trenuri i se pare că ambele trenuri stau nemișcate și că roțile trenului vecin se învîrtesc pe loc, în chip ciudat. Putem spune că cele două trenuri se află unul față de altul în stare de repaus.

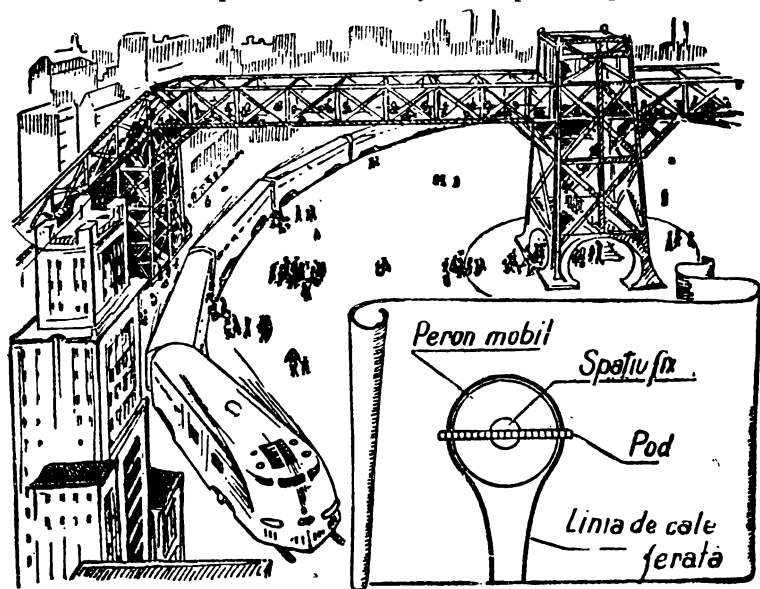
În locul acestui exemplu, care s-ar putea să nu pară tocmai clar, să ne gîndim, de pildă, că orice ființă sau obiect de pe globul pămîntesc, pe care noi îl considerăm în stare de repaus, în realitate se mișcă, se rotește odată cu pămîntul în jurul axei acestuia și în jurul soarelui.

Dar cum să punem noi în valoare nemișcarea aparentă?

E lucru știut că o bună parte a energiei trenurilor și tramvaielor — mai mult de jumătate — se consumă la opririle în stații prin mărirea treptată a vitezei la pornire, și prin rînare la sosirea în stații. Totodată se pierde și mult timp. Cum s-ar putea oare economisi acest timp și această energie? Este evident că ar trebui să se inventeze un mijloc care să permită urcarea sau coborîrea, din trenuri și tramvaie, în plin mers, fără ca acestea să mai oprească. Un asemenea mijloc ar fi peronul mobil:

Stațiile se află pe un teren rotund, înconjurat de o placă turnantă. Printr-un mecanism simplu se poate face ca viteza vagoanelor în jurul plăcii să fie egală cu viteza periferică a acesteia. Astfel, călătorii pot trece fără nici un pericol de pe placă în vagon și invers.

Călătorul care coboară din tren se îndreaptă spre stația din centrul plăcii. Deoarece punctele mai apropiate de centrul plăcii se mișcă, firește, mai încet decât cele periferice, călătorul poate trece liniștit de pe marginea interioară



Așa arată peronul imaginat, de pe care călătorii pot să urce într-un tren în plină viteză.

oară a plăcii pe platforma centrală, care e nemișcată, și de aici, peste un pod, el poate părăsi stația.

S-ar mai putea imagina și o altă metodă pentru a înlesni călătorilor urcarea și coborîrea în plină viteză a trenului:

Să presupunem că pasagerii care așteaptă un tren accelerat nu stau pe peron, ci într-un alt tren, garat pe o linie alăturată.

La intrarea în stație a acceleratului așteptat, trenul garat pornește și el cu aceeași viteză, astfel că cele două

trenuri vor fi între ele în stare relativă de repaus. Atunci, pe o pasarelă care ar lega cele două trenuri, călătorii vor putea trece liniștiți dintr-un tren în altul.

Strada care merge!

Bazîndu-ne tot pe mișcarea relativă, ne putem imagina și strada viitorului, „strada care merge“.

Să ne închipuim cinci rînduri de trotuare puse în mișcare de mașini speciale, cu viteze diferite. Fișia din margine se mișcă destul de încet — cu 5 km pe oră. Este viteza medie cu care merge un om, așa că nu ne va fi greu să trecem de pe strada nemișcată, pe această fișie. Urmează apoi fișia a doua, care are o viteză de 10 km pe oră. Din strada obișnuită nu am putea trece direct pe fișia a doua, dar de pe prima, ce se mișcă numai cu 5 km pe oră, ne va fi mai ușor, deoarece a doua fișie se deplasează față de prima cu o viteză de 5 km pe oră.

Fișia a treia se mișcă cu 15 km pe oră, cea de a patra, cu 20 și, în sfîrșit, a cincea, cu 25 km pe oră. Așadar, viteza fiecărei fișii crește cu numai 5 km pe oră față de cea dinaintea ei.

Pietonul va trece cu ușurință de pe o fișie pe cealaltă, și pînă la urmă, deși stă pe loc, el va „merge“ totuși spre destinație cu o viteză de 25 km pe oră. Odată ajuns, va trece iarăși de pe o fișie pe alta, dar acum în direcție opusă, pînă ce va reveni pe teren stabil.

2. O altă întrebare cu tîlc

În paginile acestea ne-am făurit visuri aproape realizabile cu privire la părăsirea atmosferei globului pămîntesc. Mai-mai să uităm că nici zborul „obișnuit“ nu este o cuce-

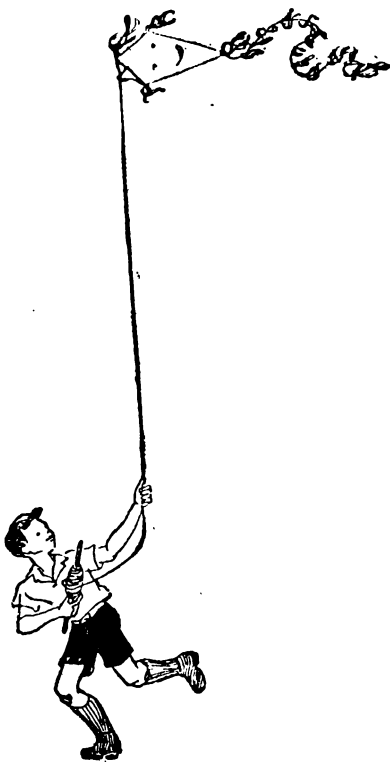
rire atît de veche a omului. Nu ne-a trecut măcar prin minte că ideea de bază a zborului vine de la „zmeul“ copiilor!

Cum este posibil ca un copil să ridice zmeul în aer, trăgîndu-l de sfoară, împotriva vîntului?

Gîndiți-vă și răspundeți corect.

3. *Ultima întrebare cu tîlc din acest capitol*

În prima parte a prezentului capitol am vorbit despre o metodă de transport deosebit de ieftină, dar irealizabilă, deoarece contravine legilor naturii! Cu această ocazie am stabilit că pămîntul se mișcă împreună cu noi. Să încheiem acest capitol printr-o întrebare legată de cele de mai sus — la care va trebui să răspundă însă cititorul! Poate omul să depășească viteza pămîntului? Se pot oare realiza viteze egale, sau mai mari, decît cea cu care se rotește pămîntul în jurul axei sale? S-ar putea întîmpla să vedem soarele răsărind în altă parte decît la răsărit?



Zmeul, forma cea mai primitivă a avionului.

FORȚA, LUCRUL MECANIC, FRECAREA

Unirea face puterea

Zicala aceasta e adevărată, dar, în fizică, nu întotdeauna combinarea unor forțe duce la sporirea acțiunii lor.

Să luăm, de exemplu, furnicile. Din multe povești și fabule interesante ne-am obișnuit să le privim ca pe un exemplu de hărnicie. Ba mai mult chiar! Numeroase istorioare ne vorbesc despre „statul furnicilor“, despre „munca lor planificată“, sau de felul cum își „împart“ ele munca și cum „se ajută“ reciproc.

Așa să fie oare în realitate? După observațiile șavantiilor entomologi, toate acestea sînt numai povești. Ei au observat forfota furnicilor și au ajuns la concluzia că pretinsa colaborare conștientă se petrece doar în aparență.

Să vedem, așadar, de unde vine iluzia colaborării furnicilor și care este realitatea?

Pe pămînt zace o larvă. Este o pradă uriașă pentru furnici. Mai multe zeci de furnici se și apropie de grabă s-o care de-acolo. S-ar părea că toate tind spre aceeași țintă, ca și cum colaborarea între ele ar fi perfectă. La această aparență mai contribuie și faptul că toate furnicile depun

același efort. Ele își duc zorite larva, pînă ce în cale li se ivește o piedică neașteptată. O pietricică, sau chiar un fir de iarbă constituie pentru furnici o dificultate serioasă.

Abia atunci ne dăm seama că nici nu poate fi vorba despre o colaborare planificată între furnicile noastre! Fiecare din ele caută cu desperare să învingă piedica ce s-a ivit în drum, trage, smucește și schimbă mereu poziția larvei.

Una trage încărcătura spre dreapta, alta spre stînga. Una o împinge înainte, alta înapoi. Încotro se va deplasa larva? Evident că dacă trei fur-



Furnicile își transportă prada printr-o muncă aparent coordonată; în realitate, însă, ele se împiedică în mișcări, una pe alta.

nici o trag într-o direcție, iar șapte furnici în cealaltă, ea se va mișca pînă la urmă în direcția în care trag cele șapte furnici. Am putea crede că cele șapte furnici trag greutatea, iar celelalte trei o împing în aceeași direcție, ajutînd la căratul ei. Dar în realitate nu se întîmplă așa, după cum se poate dovedi ușor: depăr-tînd cu lama unui cuțit pe cele din spate, vedem că larva este dusă cu mult mai repede. Ceea ce înseamnă că furnicile din spate nu au fost un ajutor, ci o piedică.

Ce putem deci învăța din exemplul furnicilor? (Bineîn-țeles că nu ne gîndim la învățămintele morale, ci la cele fizice).

Putem deduce de aici că sub efectul unor forțe de direcții diferite se naște o singură mișcare. Cît despre sensul și viteza ei, acestea depind de forțele componente.

Putem oare să mișcăm un corp de masă mare utilizând forțe relativ mici? La această întrebare, în primul moment, oricine va răspunde că nu! Dar răspunsul pripit este greșit. Fizica ne învață că orice corp — oricât de greu ar fi — poate fi pus în mișcare de o forță mică, cu condiția ca acest corp greu să fie „liber“. Ce înțelegem prin noțiunea de „liber“?

Un corp care nu se freacă de nimic, nu întâmpină în mișcarea sa nici o rezistență (a aerului sau a apei de exemplu) și nu este legat de nici un alt sistem de corpuri, poate fi considerat un corp liber. Mișcările pe care le observăm în mod obișnuit nu sînt libere, căci obiectele în mișcarea lor se freacă de pământ, de aer, de apă etc.

Dacă vrem să împingem, de pildă, un dulap de stejar pe parchet, mai mult de $1/3$, adică peste 34% din energia necesară deplasării dulapului, o consumăm pentru a învinge frecarea dintre dulap și parchet. Dacă nu ar exista însă nici frecarea și nici rezistența aerului, am putea împinge dulapul cu un singur deget.

Atunci, unde găsim o mișcare „liberă“, fără frecare și fără rezistența mediului înconjurător? De bună seamă, o asemenea mișcare este cea a soarelui sau a planetelor.

Din cele spuse pînă acum rezultă că omul ar putea deplasa, prin forța mușchilor săi, chiar globul pământesc? Ei, da! Ori de cîte ori un copil face o săritură, el împinge pămîntul în sens opus și-i imprimă o viteză contrarie.

Dar dacă acesta este adevărul, ar trebui să simțim mereu asemenea fenomene! Într-adevăr pămîntul nostru este supus în fiecare clipă unui număr imens de acțiuni identice. Perfect! Se pune însă întrebarea: cît de mare va fi viteza cu care se deplasează globul pământesc, adică va fi ea oare perceptibilă sau nu?

Cunoaștem principiul mecanicii după care fiecărei acțiuni îi corespunde un efect de aceeași mărime, dar de sens opus.

Pe baza acestui principiu putem afirma că, atunci cînd sărim, împingem pămîntul cu aceeași forță cu care corpul nostru s-a ridicat în aer. Dar viteza rezultată nu depinde numai de forță, ci și de masa corpului asupra căruia acționează forța. Cu cît masa este mai mare, cu atît mai mică este viteza rezultată. Dacă o forță de aceeași mărime lucrează simultan asupra unor mase de 5 și de 10 kg, cea de 5 kg se va deplasa cu o viteză dublă față de cea de 10 kg. Ori masa pămîntului, față de cea a omului, este incomensurabilă, de unde rezultă că viteza imprimată pămîntului va fi extrem de mică, deci neglijabilă. Bineînțeles socotind masa pămîntului „incomensurabilă”, am falsificat adevărul. Masa pămîntului nu poate fi de nemăsurat și s-a ajuns chiar la determinarea ei.

Totuși, printr-un calcul relativ simplu¹ se poate demonstra că, dacă un om de 60 kg sare la o înălțime de 1 m,

¹ Publicăm acest calcul pentru cei care sînt mai „tari” la matematică.

Fie masa globului pămîntesc M , și propria noastră masă m . Viteza imprimată globului pămîntesc prin săritura noastră va fi c , iar viteza noastră, v . Din principiul acțiunii și reacțiunii reiese că cantitățile de mișcare rezultate sînt egale cantitativ, deci că:

$$M \cdot c = m \cdot v, \text{ adică } c = \frac{m}{M} \cdot v$$

Masa pămîntului este de aproximativ $6 \cdot 10^{27}$ g. Masa unui om de 60 kg este de $6 \cdot 10^4$ g. Deci

$$\frac{m}{M} = \frac{1}{10^{23}}, \text{ adică}$$

viteza pămîntului va fi de 10^{23} ori mai mică decît a omului care a sărit. Dacă omul sare la o înălțime de 1 m, viteza sa inițială va fi

iar pământul păstrează viteza astfel imprimată timp de 1 miliard de ani, deplasarea pământului în acest timp va fi de 140 milimicroni (1 milimicron este a milioana parte dintr-un milimetru). Distanța este atît de infimă, încîtea nu poate fi observată decît cu ajutorul celui mai finmicroscop și numai în timp de 1 miliard de ani. În realitate, însă, nici acesta nu e adevărul, deoarece pământul nu este în stare să păstreze timp de un miliard de ani viteza imprimată prin săritura unui om. Gîndiți-vă: chiar cînd omul de 60 kg a sărit în aer, el continuă să fie supus puterii de atracție a pământului, și anume cu o forță de 60 kg, iar corpul său atrage pământul, bineînțeles, tot cu 60 kg.

Așadar, corpul celui care sare se mișcă în sus cu o viteză tot mai redusă.

Din toate acestea reiese însă că, chiar dacă am admite că omul ar imprima pământului o anumită viteză, el tot n-ar putea să-l deplaseze decît în cazul în care ar găsi un punct fix, în afara globului pămîntesc, de care să se poată sprijini. Există oare, undeva, în spațiu, un asemenea punct?

Putea Arhimede să urnească pămîntul din loc?

Legenda spune că Arhimede, genialul fizician din antichitatea greacă, descoperitorul unui mare număr de legi

de $v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$ adică $v = \sqrt{2 \cdot 981 \cdot 100} = 440$ cm/sec. Viteza pământului fiind de 10^{23} ori mai mică, va fi deci de $c = \frac{4,4}{10^{21}}$ cm/s.

Aceasta este însă o cifră foarte mică!

Cît de departe ajunge pămîntul cu ea într-un miliard de ani? Știm că drumul se poate calcula prin formula $S = c \cdot t$. În cazul de față, $t = 1$ miliard de ani $= 10^9 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 = 31 \cdot 10^{15}$ secunde;

$$S = \frac{4,4}{10^{21}} t = \frac{4,4}{10^{21}} 31 \cdot 10^{15} = \frac{140}{10^6} = 140 \text{ milimicroni. (n. a.)}$$

ale fizicii ar fi exclamat odată: „*Dați-mi un punct de rezim și voi urni pământul din loc!*“

Cum a putut risca Arhimede o asemenea afirmație? Fi-rește, nu știm nimic exact, dar, dacă a făcut-o, este proba-bil că s-a bazat pe legea pîrghiei, descoperită de el.



Arhimede și-a închipuit că poate urni pământul din locul său cu ajutorul unei pîrghii, sprijinită pe un punct fix.

Într-adevăr, dacă punem sub greutatea pe care vrem s-o ridicăm brațul mai scurt al unei pîrghii cu două brațe, va trebui să depunem o forță de atîtea ori mai mică, de cîte ori brațul sarcinii va fi mai scurt decît brațul forței.

Cam așa trebuie să fi raționat și Arhimede: dacă pîrghia are un braț destul de lung, poți să ridici cu ea — numai prin forța mîinilor — o masă oricît de mare, fie și globul pămîntesc.

Dar Arhimede nu putea ști ce uriașă e masa globului! Chiar dacă am presupune că ar exista în spațiu acel punct fix pe care-l căuta el, și dacă ne-am imagina că am construit și pîrghia de lungimea necesară, ne vor trebui nu mai puțin de treizeci de bilioane de ani pentru a ridica pămîntul cu un singur centimetru! De ce?

Astronomii au stabilit că masa pământului este de 6×10^{21} tone.

Presupunînd că un om poate ridica 60 kg, înseamnă că pentru ridicarea pământului va fi nevoie de o pîrghie al cărei braț mai lung să fie de 10^{23} ori mai mare decît cel scurt.

Putem deduce ușor că dacă brațul scurt se saltă cu 1 cm, capătul brațului mai lung va descrie un arc de cerc imens, de 10^{18} km. Aceasta ar fi fost distanța pe care trebuia s-o parcurgă mîna lui Arhimede, pentru a putea ridica pămîntul cu un singur centimetru!

Admițînd că Arhimede era în stare să ridice o greutate de 60 kg într-o secundă, la o înălțime de 1 metru, înseamnă că el ar fi avut nevoie de 10^{21} sec, pentru a ridica pămîntul cu 1 cm! I-ar fi trebuit deci aproximativ treizeci de bili-oane de ani!

Viteza cea mai mare pe care o întîlnim în natură este viteza luminii, care este de 300 000 km pe secundă. Dacă — printr-o minune de neînchipuit — Arhimede și-ar fi putut mișca mîna cu o asemenea viteză, i-ar fi trebuit totuși 10 milioane de ani, pentru a ridica pămîntul cu 1 cm.

La întrebarea dacă putea el să urnească, în felul acesta, pămîntul din loc, putem să răspundem liniștiți: nu.

4. Răspundeți acum la întrebarea următoare:

La ce distanță de la suprafața pământului dispăre greutatea corpurilor?

Cîteva cuvinte, în plus, despre frecare

Am mai arătat că, atunci cînd vrem să mișcăm din loc un dulap greu, de stejar, pe o dușumea de lemn, trebuie să cheltuim mai bine de $1/3$ din energie numai pentru a învinge frecarea.

Dacă împingem anumite corpuri în direcție orizontală, cu o mișcare lentă și uniformă, efortul nostru va fi mai mare decât greutatea lor proprie, tocmai din pricina acestei frecări. Și iată, anume, cu ce procente:

Lemn pe lemn.....	40%
Metal pe metal	24%
Metal pe metal uns cu ulei.....	6%
Metal pe gheață.....	1,4%
Sanie pe zăpadă.....	2%
Roată cu bandaj metalic, pe drum de pământ.....	20%
Roată cu bandaj metalic, pe șosea betonată.....	1%
Roată cu cauciucuri umflate, pe drum de pământ..	4,5%
Roată cu cauciucuri, pe șosea betonată.....	3%

Cu ce forță va trebui să împingă un șofer — rămas în „pană“ — autoturismul său de 1 000 kg? Mașina sa are roți cu cauciucuri umflate. Ca să o împingă pe un drum betonat, este nevoie de 3% din greutatea ei proprie, pentru a învinge frecarea. Calculînd 3% la 1 000 kg, găsim 30 kg. Șoferul trebuie să depună deci un efort identic aceluia necesar pentru a ridica vertical o piesă a mașinii, grea de 30 kg.

Ce este mai alunecos: gheața sau apa?

Duminică dimineața, la patinoar. Sumedenie de micuți, viitori campioni ai patinajului, forfotesc pe gheață. Mîndre, dar îngrijorate, mamele își privesc odraslele de la tribună.

Vai! A căzut Suzana! Maică-sa se grăbește spre ea, s-o ajute să se ridice. Calcă pe gheață, dar, după cîțiva pași nesiguri, cade și ea. De ce? Tabela noastră arată că, în cazul mișcării pe gheață, frecarea este redusă. De aceea trebuie să depunem eforturi atît de mari ca să ne menținem echilibrul, cînd mergem pe un drum înghețat, alunecos. Frecarea este deci necesară pentru mers. Datorită ei putem să umblăm, să stăm sau să lucrăm, fără ca sticla cu cerneală și cărțile să cadă de pe masă, ori ca masa însăși să alunece mercur, pînă în colțul odăii! Dacă nu ar exista frecarea — tocul sau cea-

șca de cafea ne-ar scăpa din mână, ca o cutie de sardele unsuroasă. Deși frecarea pe gheață este redusă, mama Suzanei nu a alunecat pe gheață. Dar atunci



Vai! A căzut Suzana!

unde? A existat altceva între talpa șoșonilor și gheață? Sigur că da! Sub presiunea tălpii, gheața s-a topit și astfel s-a format acolo un strat foarte subțire de apă.

Ori, suprafața apei nu prezintă aproape nici un fel de frecare

Iată din ce motiv a alunecat și a căzut mama Suzanei.

Cînd un obiect alunecă pe gheață, totdeauna apa este aceea care reduce considerabil frecarea.

Corpul nostru nu alunecă într-o baie uscată, dar imediat ce s-a udat, îi simțim alunecuşul!

Este frecarea întotdeauna folositoare?

Ce face un tâmplar cînd vrea să încheie părțile componente ale unei lăzi? Le potrivește și le bate în cuie. Dar cuiele nu pătrund ușor prin scînduri, ci, datorită frecării, întîmpină o rezistență puternică. Tocmai această frecare va împiedica părțile îmbinate să se mai desprindă una de alta.

De altfel, o bună parte din puterea folosibilă a mașinilor se risipește numai pentru învingerea frecării. Iată de ce inginerii și tehnicienii depun o muncă atît de stăruitoare pentru a dezlega problema reducerii frecării la mașini.

Pe o planșetă înclinată alunecă o cutie de chibrituri. Cînd va fi frecarea mai mare: cînd cutia este așezată pe latura ei mai lată, sau pe cea mai îngustă?

Coaja oului este în adevăr fragilă?



Capetele oului sînt bine legate de părțile vecine și dacă forța care acționează asupra lor nu este destul de mare, oul nu se sparge.

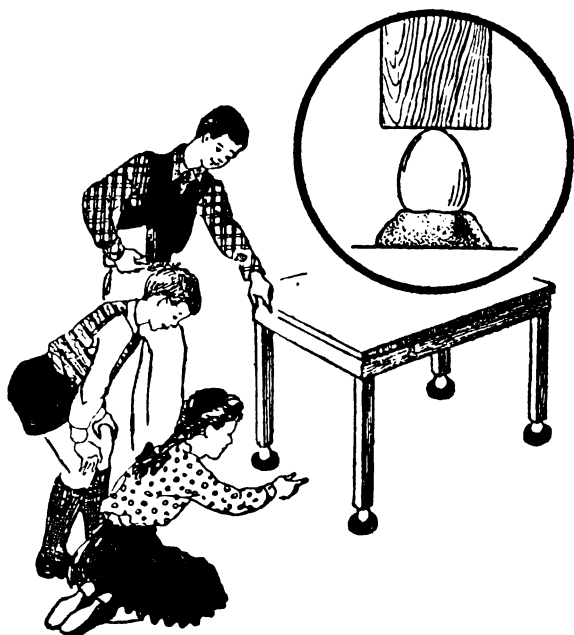
S-a spune adesea: „Ai grijă de ea, ca de un ou pictat”¹. Cu toate acestea, nu e de loc ușor să strivești un ou, strîngîndu-l, de exemplu, de cele două capete. Pe cei mai mulți îi va surprinde cît de rezistentă este coaja oului. Dar fizica explică fenomenul. Esențialul este aci că palma noastră apasă asupra părților celor mai bombate ale oului. Pentru a-l sparge, vîrfurile lui trebuie să se turtească, adică particulele lor să se deplaseze spre interior. Această mișcare, de strîngere, întîmpină însă rezistența particulelor învecinate vîrfurilor. Capetele oului sînt așezate între particulele vecine ca niște pene, și dacă puterea cu care acționăm asupra lor nu este destul de mare, ele nu se mișcă din loc, ci apasă doar asupra particulelor învecinate.

Scamatorii cu ouă

După cum se vede, ouăle nu sînt chiar atît de fragile! Aceasta putem s-o dovedim și printr-o interesantă surpriză. Așezăm o masă destul de grea pe patru ouă crude, fără ca ele

¹ Zicală frecventă în limba maghiară. (n. t.)

să fie strivite. Bineînțeles, ouăle trebuie așezate în patru suporturi de ipsos aderent, pentru a sta nemișcate, exact pe vîrf.



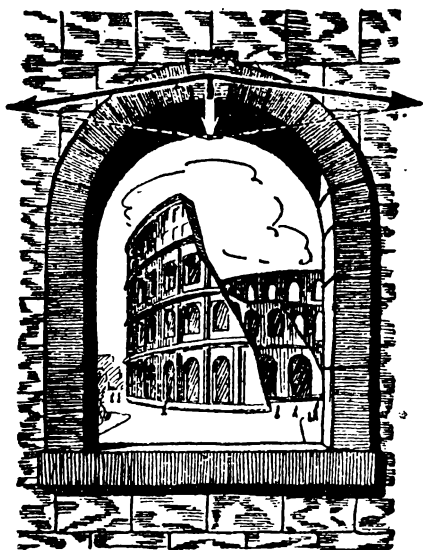
Pe ouăle fixate în suporturi de ipsos aderent, putem așeza chiar o masă. Ele nu se vor sparge. În cerc sînt reprezentate, la o scară mai mare: suportul de ipsos, oul și piciorul mesei.

Și o scamatorie nereușită!

Una dintre lecturile preferate ale copilăriei mele a fost „Jurnalul unui ștrengar”. Îmi amintesc că pe eroul cărții l-au dus într-o zi părinții la circ. Între altele, el a văzut acolo și un prestidigitator, care a spart un coș cu ouă, l-a acoperit cu pălăria lui și—hocus, pocus!—a scos apoi de sub pălărie ouăle întregi. „Eroul” nostru a crezut că nu e nimic mai ușor,

decît să repete „reprezentăția“ în fața colegilor săi. El s-a furișat în cămară, a șterpelit ouăle adunate acolo de maică-sa, le-a spart, a rostit formula magică, dar... a rămas foarte mirat, că ouăle n-au mai vrut să se lipească la loc! Dacă s-ar fi priceput la fizică, ar fi știut că, odată sparte, ouăle nu se mai pot face la loc, întregi. Vreți să știți de ce?

Coaja oului — ca și orice altă materie — este compusă din particule minuscule — moleculele. Substanța formează însă un tot compact, deoarece anumite forțe leagă între ele moleculele, cum leagă mortarul cărămizile la zidărie. Aceste forțe își manifestă efectul lor de coeziune numai dacă particulele sînt destul de apropiate între ele, așa cum sînt legate și cărămizile învecinate prin straturi relativ subțiri de mortar. Firește că „apropierea“ între molecule este cu totul altceva decît în cazul cărămizilor. Moleculele care s-au îndepărtat nu mai pot fi strînse la loc, așa ca înainte. Așadar, scambiatorul care să poată face, prin vrăjitoria sa, ouă întregi din ouă sparte, nu s-a născut încă!

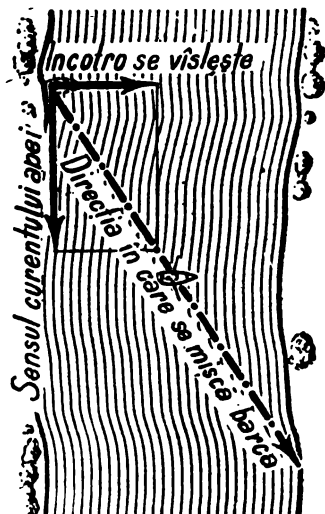


6. *Vîrfuri și arce în arhitectură*

Cine privește desenul acesta cu atenție, va putea răspunde ușor la întrebarea a șasea.

De ce nu trebuie să ne fie teamă că s-ar putea prăbuși bolțile clădirilor?

În descrierile unor călătorii, cu navigatori îndrăzneți, care au străbătut mări și oceane pe corăbiile lor cu pînze, ci-



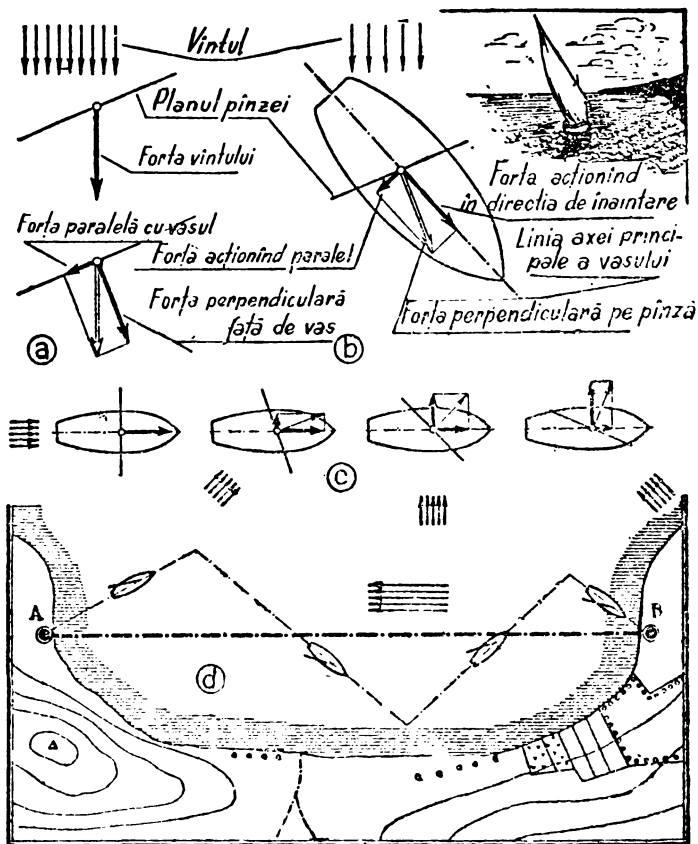
tim adesea despre „vînturi favorabile” sau „potrivnice”. Vîntul favorabil duce corabia mai iute, iar cel potrivnic abia îngăduie o înaintare înceată. Cînd vîntul nu suflă de loc, corabia nu înaintează. Acest lucru pare firesc: vîntul nu poate duce nava decît în direcția în care suflă. Și totuși, lucrurile nu stau chiar așa ! Fiindcă și vîntul lateral poate să ajute la înaintarea corăbiei noastre, dacă te pricepi să-i mînuiești pînzele.

Ca să înțelegem mai bine, să ne gîndim la următoarele:

O barcă cu vîsle vrea să treacă Dunărea de la un mal la celălalt,

între Alsógödör și Horany. Cîrmaciul îndreaptă barca în direcție perpendiculară pe cele două maluri, pentru a trece fluviul pe drumul cel mai scurt. Dar barca nu înaintează în această direcție, deoarece curentul o tîrăște în josul apei. Ea este deci supusă acțiunii a două forțe: curentul apei și vîslitul. Totuși barca merge într-un al treilea sens, după cum se vede în figură, din cele două forțe rezultînd o a treia. Observatorul de pe mal nu vede decît mișcarea oblică, dar știe că ea este rezultanta celor două forțe, perpendiculare una pe cealaltă. De altfel, la orice mișcări putem întîlni asemenea forțe, perpendiculare între ele, dar care au ca efect o singură rezultantă.

Dar să ne reîntoarcem la mare și la vasele cu pînze ce navighează pe ea. Să examinăm, înainte de toate, cum acțio-



- a — Așa se descompune forța vîntului, în componente paralele și perpendiculare față de corabia cu pînze.
- b — Așa se descompune, la rîndul ei, forța care acționează asupra pînzei, în alte două forțe: una ce coincide cu linia axei principale a vasului, iar cealaltă perpendiculară pe ea.
- c — Dacă vîntul suflă din diferite direcții, vasul înaintează variîndu-și poziția pînzelor.
- d — Pilotarea mersului în zig-zag.

nează vîntul asupra pînzelor. Oricît de curios ne-ar părea, curentul de aer are tendința de a le mișca din loc (împingînd o dată cu ele și vasul) în direcție perpendiculară, chiar cînd suflă oblic pe suprafața pînzelor. Puterea vîntului se poate descompune deci în două forțe: una perpendiculară pe vele și alta paralelă cu ele.

Avînd în vedere că forța paralelă cu planul pînzei alunecă pe lîngă ea, mișcarea nu poate fi provocată decît de forța cealaltă.

Știind acest lucru, putem înțelege ușor cum înaintează nava cu pînze cînd vîntul suflă dintr-o parte. Dacă vîntul suflă dintr-un unghi obtuz — în direcția arătată prin seria de săgeți — față de linia axei principale a vasului, pînzele se vor așeza în așa fel, încît planul lor să formeze bisectoarea unghiului rezultat între axa principală a vasului și direcția vîntului.

Potrivit celor arătate mai sus, vîntul va acționa asupra pînzei în unghi drept. Dar și forța vîntului se poate descompune în două: una perpendiculară pe vas și alta îndreptată înainte. Vasul este astfel construit, încît întîmpină la înaintare o rezistență mai mare în cazul cînd se mișcă lateral. Efectul forței care acționează în direcție laterală este aproape complet anihilat de rezistența apei.

Vasul nostru va aluneca deci înainte, chiar dacă vîntul suflă dintr-o parte. În acest caz, pînzele se așază oblic față de direcția vîntului și se schimbă, din cînd în cînd, poziția lor. Astfel, vasul înaintează în zig-zag spre ținta lui. În limbajul marinăresc, această manevră se numește pilotaj.

Bumerang

După cum știm, nu toate popoarele au pornit în același timp pe drumul civilizației. În Australia, de pildă, mai există și azi popoare care trăiesc în condiții cu totul primitive

și al căror mod de viață seamănă foarte mult cu cel al strămoșilor noștri. Aceste triburi australiene au o armă deosebit de interesantă: bumerangul, pe care băștinașii îl aruncă, ținându-l de un capăt și imprimându-i o mișcare de rotație. Curiozitatea constă în faptul că această armă, dacă nu și-a atins ținta, se întoarce, cuminte, și cade la picioarele stăpînului ei.

Oamenii primitivi din Australia aruncă această armă cu atîta îndemînare, încît ea descrie în aer felurite curbe, care de care mai ciudate și mai complicate, și după aceea se întoarce de unde a pornit. Lumea a admirat multă vreme mișcările bumerangului, pe care însă nici măcar savanții nu le puteau explica.

În fine, teoria mișcării bumerangului a fost elaborată, și astăzi cunoaștem precis cele trei „secrete“ ale „zborului“ său.

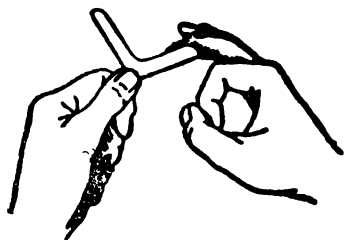
Ele sînt: modul de aruncare, rotirea lui prin aer și rezistența aerului. Aceste trei efecte se îmbină la fel ca în cazul studiat cîteva pagini în urmă, adică acela al bărcii antrenate de curentul apei, în timp ce pasagerii ei vîslesc cu putere, să-i schimbe poziția.

Desigur însă că australienii combină acești trei factori în mod instinctiv, și nu pe baza teoriei științifice. Ei schimbă cu măiestrie unghiul de înclinație al bumerangului, viteza imprimată la aruncare, precum și direcția traiectoriei. După un îndelungat exercițiu, oricine poate căpăta o oarecare experiență în această „artă“. Dacă vrem să facem încercările în cameră, este recomandabil să ne confecționăm bumerangul din carton și să nu trecem cu vederea lampa și geamurile! Bumerangul de carton se poate tăia dintr-o carte poștală, dîndu-i forma din figură.

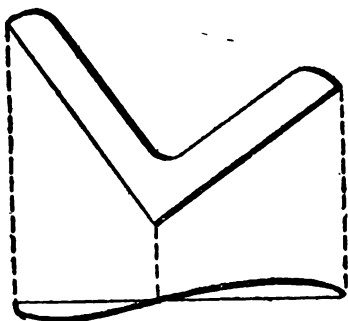
Brațele sale au o lungime de cîte 5 cm și o lățime ceva mai mică de 1 cm. Strîngem bumerangul de carton sub unghia degetului mare de la mîna stîngă și cu dreapta îi dăm un bo-

bîrnac la un capăt, în așa fel încît lovitura să-i dea o direcție înainte și puțin în sus.

Bumerangul va zbura la o distanță de circa 5 metri, va face o curbă ușoară, adesea destul de curioasă, și, dacă nu se lovește de vre-un obiect, va cădea înapoi, la picioarele noastre.



Strîngem bumerangul de carton sub unghia degetului mare de la mîna stîngă și-i dăm un bobîrnac cu mîna dreaptă.



Modelul de carton al bumerangului australienilor, răsucit în formă de elice.

Încercarea va reuși și mai bine, dacă-i dăm bumerangului dimensiunile și forma arătată în desen în mărime naturală.

Se recomandă o ușoară răsucire a brațelor sale, în formă de elice, așa cum ne arată figura respectivă.

Australienii folosesc asemenea, bumeranguri, ușor răsucite, drept armă.

Bumerangul este așadar o armă care sau își atinge ținta, adică victima ochită, sau se întoarce la picioarele aruncătorului, dacă acesta a greșit lovitura.

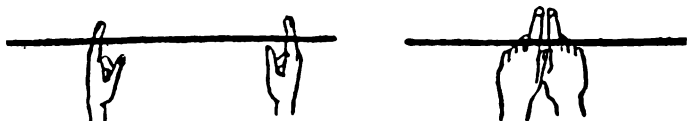
În orice caz, bumerangul nu este numai o armă a australienilor, așa cum se crede în general. El se întrebuințează în diferite regiuni din India și — după cum s-a văzut din resturile unor străvechi picturi — era folosit ca armă și de ostașii asirieni. Chiar și în Egiptul antic, sau în Nubia, era cunoscut bumerangul.

Eram astă-vară la țară. Pe înserat, fetele mergeau cu gălețile la fântină, să aducă apă. Gazda mea avea două fete, care se duceau totdeauna împreună, luînd cu ele o căldare mai mare decît cele obișnuite, precum și o prăjină lungă. Eram curios să văd la ce le servește prăjina, și de aceea într-o seară m-am dus și eu la fântină. Ele și-au umplut căldarea cu apă, i-au petrecut prăjina pe sub toartă, au luat-o pe umeri și au pornit, una înainte, cealaltă în urmă. Căldarea, însă, după cîte văzui, nu ședea la mijlocul prăjinii. Fetele știau, din experiență, că greutatea mai mare o duce aceea care are căldarea mai aproape de ea, și, pentru că una era mai tînără și mai firavă, ele potriveau prăjina sub toarta căldării în așa fel, încît sora cea mai mare și mai voinică să ducă greutatea mai mare.



Ecaterina și Maria aducînd apă de la fîntînă.

Observăm fenomene asemănătoare, dacă încercăm să aezăm în poziție de echilibru, pe două degete, o bară, sau o



Degetele noastre se întîlnesc, în toate cazurile, sub centrul de greutate al cozii de mătură, echilibrate.

coadă de mătură, de pildă, așa cum se vede în figură. Apropiînd degetele unul de altul, pînă ce se ating, bara nu cade, ci rămîne în echilibru. Putem repeta experiența de mai multe ori, schimbînd punctele de plecare ale degetelor. Rezultatul va fi totdeauna același — bara va rămîne în echilibru.

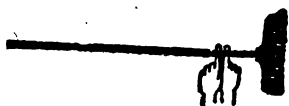
Care să fie cauza acestui fenomen surprinzător?

Este evident că degetele noastre s-au întâlnit sub centrul de greutate al barei, fiindcă altminteri ea nu s-ar fi putut menține în echilibru.

Cînd degetele sînt mai departe unul de altul, sarcina cea mai mare apasă asupra degetului care se află mai aproape de centrul de greutate al barei. El su-



Cîntarul arată că cele două părți ale cozii de mătură — tăiată în dreptul centrului de greutate — au în adevăr aceeași greutate.



La echilibrarea măturii degetele se întîlnesc totdeauna sub centrul ei de greutate.

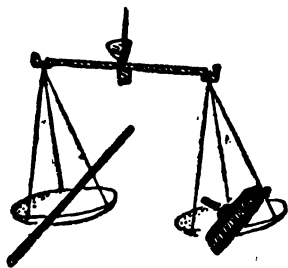
tot el opune, așadar, o rezistență mai mare la frecare. Degetul cel mai apropiat de centrul de greutate simte totdeauna o frecare mai mare decît cel mai depărtat. Iată de ce primul nu va aluneca sub bară, pe cînd cel depărtat se va mișca ușor. Cînd degetul în mișcare ajunge mai aproape de centrul de greutate, rolul lor se inversează. Această schimbare se repetă de mai multe ori, pînă cînd degetele se vor întîlni sub centrul de greutate al barei. Executînd experiența, oricine va putea observa mișcarea alternativă a degetelor sale.

La fel de bine putem să dovedim că degetele se întîlnesc sub centrul de greutate al barei dacă tăiem această bară la punctul de întîlnire și așezăm cele două bucăți pe platourile unui cîntar: cîntarul va rămîne în echilibru.

Să repetăm acum experiența, dar nu cu o coadă de mătură, ci cu o mătură întregă. Și în acest caz, degetele noastre se vor întîlni sub centrul de greutate. Dacă tăiem însă coada măturii în dreptul centrului de greutate și punem apoi cele două bucăți pe platourile cîntarului, partea în care se găsește

mătura va atârna mai greu. Iată cum se explică acest fapt: mătura nu are aceeași formă pe toată lungimea, și nici nu este confecționată din același material. Centrul de greutate al unor asemenea corpuri nu se mai află la mijloc.

Ținută în echilibru pe degetele noastre, mătura este deci o pîrghie cu brațe inegale, ale căror greutateți diferite se echilibrează. În schimb, cîntarul obișnuit este un exemplu de pîrghie cu brațe egale, pe ale căror platouri trebuie să punem greutateți absolut egale, dacă vrem ca ele să-și mențină echilibrul.



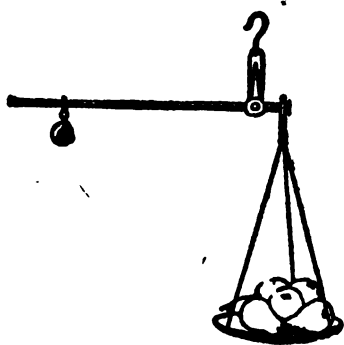
Cele două părți ale măturii, tăiată prin centrul ei de greutate, nu au aceeași greutate.

7. O întrebare pentru cei ce cunosc cîntarul rapid de piață:

De ce putem măsura cu acest cîntar — care nu are decît o singură greutate — mărfuri în cantități atît de variate?

„Perpetuum mobile“

Am văzut cu toții cîntare cu brațe inegale, nu-i așa? La aceste cîntare, o greutate mai mică poate să mențină în echilibru și chiar să ridice o greutate mult mai mare. Dacă, de pildă, un braț este lung de 50 cm iar altul de 10 cm, trebuie să agățăm de brațul scurt o greutate de 1 kg, iar de cel lung, una de numai 200 gr, pentru a realiza echilibrul.



Cîntarul rapid de piață, cu greutate alunecătoare.

Iar dacă agățăm de brațul scurt o greutate doar cu puțin mai mare, de exemplu 210 gr, ea va putea ridica foarte frumos greutatea de 1 kg.

Admirabil, nu?

Așadar, greutatea îndeplinește în locul nostru munca de ridicare! Printr-un mecanism ingenios s-ar putea obține, poate, ca anumite greutăți, dinainte potrivite, să facă în locul nostru nu numai munca de ridicare, ci și alte munci. N-ar fi de loc de mirare ca, la început, prima greutate să o ridice pe cealaltă, și apoi invers, cea de a doua să o ridice pe prima. În acest fel, mecanismul, deocamdată numai imaginar, s-ar mișca neconținut. N-ar trebui să-l acționăm nici cu mâna, nici printr-o altă forță. Greutățile s-ar ridica reciproc.

Dar... să nu credeți cumva că sîntem primii care ne gîndim la un astfel de mecanism! De-a lungul secolelor, mii și mii de inventatori s-au străduit să construiască un „perpetuum mobile“. Zadarnic, însă. În special în Evul Mediu, mulți s-au frămîntat să rezolve problema „mișcării permanente“!

Inventarea mașinii care să furnizeze o muncă gratuită a fost o țintă atît de seducătoare, încît s-a pierdut, în speranța atingerii ei, mai mult timp decît pentru transmutarea aurului. S-au imaginat sute de asemenea dispozitive „permanent mișcătoare“, dar niciunul nu a funcționat. Cu toate acestea, nu e lipsit de interes să vedem cum și-au închipuit inventatorii mecanismele respective și care a fost defectul comun al acestor mecanisme.

Un exemplu de „perpetuum mobile“ este și acela format din greutăți fixate articulat pe o roată, așa cum ne arată figura. Inventatorul s-a gîndit astfel: o parte din greutăți — opt la număr — vor învîrți roata, prin apăsarea lor, de la stînga la dreapta, în timp ce alte patru vor apăsa de la dreapta la stînga, acționînd roata în sens opus. În consecință, roata trebuie să pornească. În timpul rotirii, raportul de

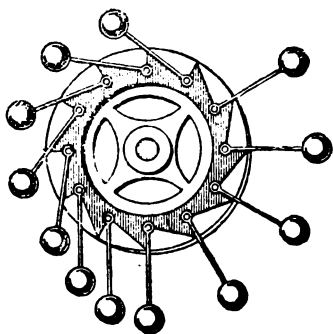
mai sus se menține meru între greutateile care acționează spre dreapta și spre stînga.

Numai că inventatorul nu a ținut seamă că forța de rotire nu depinde numai de mărimea greutăților, ci și de distanța lor față de axul roții. Rotirea greutăților aflate departe de ax este mai puternică. Din desen constatăm că greutateile din stînga sînt mai aproape de ax decît cele din dreapta, și de aceea puterea lor de rotire este la fel de mare, deși sînt mai multe la număr.

Roata nu se învîrtește deci de la sine, și chiar dacă inventatorul îi va face vînt, ea se va opri după scurtă vreme.

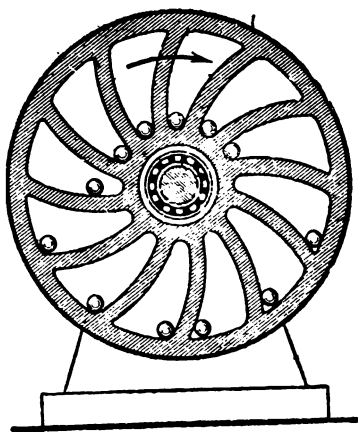
Deși fizica a demonstrat în nenumărate rînduri că este imposibil să se creeze mișcarea perpetuă fără intervenția unei forțe exterioare, se mai găsesc totuși și azi oameni care cred în povestea existenței unui „perpetuum mobile“. Mai sînt și excroci abili care nu cred, dar reușesc să păcălească pe alții! În America, de pildă, s-a construit, ca reclamă la o mare cafenea, o roată, care a fost montată ca în figură.

Spectatorii, înșelați, au crezut că bilele care se rostogoleau



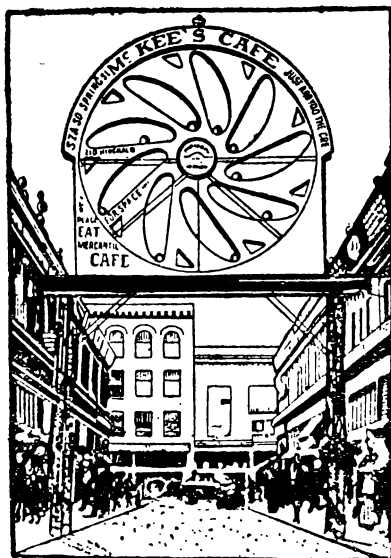
Opt greutăți vor să miște roata de la stînga la dreapta, iar alte patru de la dreapta la stînga.

Care va fi rezultatul?



Bilele ce se rostogolesc de la centru spre periferia roții dau acesteia, numai în aparență, o mișcare perpetuă. —

neconținut de la periferia roții spre centrul ei sînt acelea care învîrtesc mecanismul. Dar noi știm bine că lucrul acesta este absolut imposibil — din aceleași motive ca și la mecanismul anterior. Desigur,



roata s-a mișcat fără încetare, însă nu de la sine, ci cu ajutorul unui mecanism mic, bine camuflat.

Și mulți ceasornicari folosesc îndemînarea lor pentru construirea unor „perpetuum mobile“ aparente. În asemenea cazuri, este foarte greu să convingem spectatorii creduli că „miraculoasa mișcare permanentă“ se datorește de fapt unui mic motor electric!

Dar nu numai exrocii susțin că pot construi un „perpetuum mobile“. Nu meroși oameni de bună credință devin pur și sim-

„Perpetuum mobile“, ca reclamă la o cafenea.

plu obsedați de această idee eternă. Deosebit de mulți visători de acest gen au existat în Rusia țaristă și cu ei ne întîlnim în numeroase opere literare ale acestei epoci. Seedorin, de exemplu, descrie un mic burghez maniac, căruia îi intrase în cap să construiască un „perpetuum mobile“:

„Prezentov — așa se chema croul — era un om uscățiv și palid, de vreo 35 de ani, cu ochi mari, visători, cu un păr lung care-i cădea pe umeri. Jumătate din căsuța lui era ocupată de o roată imensă, așa că de-abia mai aveam loc și eu. Între spițele roții erau fixate lăzi, în care atîrnau

saci plini cu nisip. Un băț înfipt între două spițe avea, evident, menirea de a împiedica pornirea neașteptată a mecanismului!

— *Am auzit că Dvs. aveți un „perpetuum mobile“, — începură vizitatorii.*

— *Nici nu știu ce să vă răspund, — zise el sfios. S-ar părea că, în adevăr...*

— *Putem să-l vedem?*

— *Cum să nu! Chiar vă rog! Mă faceți atât de fericit! Prezentov scoase bățul dintre spițe.*

— *Se învîrtește? întrebaram noi.*

— *Trebuie să se învîrtească, dar se pare că mai face moșturi! Trebuie să-i facem puțin vînt! Prezentov apucă roata cu ambele mîini, o trase de cîteva ori în sus și în jos, îi făcu un vînt puternic și îi dete drumul. Roata se învîrți mai întîi repede, apoi lin.*

Auzeam bine cum împingeau, dinăuntru, sacii plini cu nisip, care se depărtau apoi de ea. În fine, roata se învîrți tot mai încet, scîrțîi prelung și se opri.

— *S-a înșepenit!* ne explică el, rușinat, și porni roata din nou, dîndu-i un vînt și mai puternic.

Dar rezultatul fu același!

— *Poate nu ați ținut seamă de frecare?*

— *Am calculat eu și frecarea! Cîteodată merge de și-e mai mare dragul, alteori însă face moșturi, se încăpățînează și pace! Dacă roata ar fi dintr-un material mai nobil, nu s-ar mai împiedica așa“.*

Bineînțeles că înșepenirea nu venea din cauza materialului. Ideea de bază era greșită. Roata s-a învîrțit cîtva timp, pentru că i se făcuse vînt, dar a trebuit să se oprească în momentul cînd energia din exterior a fost absorbită de frecare.

Un alt scriitor ne vorbește despre „perpetuum-ul mobile“ al unui țăran autodidact, Goldirev.

Inventatorul a trăit și a murit spre sfârșitul secolului al XVIII-lea, fiind contemporan cu scriitorul. Astfel, acesta a văzut cu ochii lui „perpetuum-ul mobile“ al lui Goldirev,

pus în mișcare prin bile de fier.

„Inventatorul arunca aceste bile în linguri fixate pe o roată, de aci bilele erau aruncate în alte linguri, și astfel mașina continua să se miște mereu“ — după cum ne relatează scriitorul.

Afirmația sa, că mașina s-ar fi mișcat mereu, este evident o eroare. Mișcarea nu era posibilă decât atîta timp cît bilele aruncate în sus coborau. La început, bilele învîrteau roata prin apăsarea lor, dar apoi, cînd ajungeau în poziția de jos,

mașina se oprea. Inventatorul a fost și el decepționat pînă în cele din urmă, cînd a cunoscut cuceririle tehnicii din epoca sa.

Astfel, dacă îl mai întreba cineva despre mașină, el răspundea: „S-o ia dracu, mai bine tăiați-o și băgați-o în foc!“

Mulți oameni s-au nenorocit căzînd în mizerie din cauza ideii fixe că vor descoperi adevăratul „perpetuum mobile“!

Dar — trebuie s-o recunoaștem — cercetările în această direcție au adus și rezultate deosebit de valoroase. Astfel, fizicianul olandez Stevin a reușit să descopere legile planului înclinat.

El voia să realizeze un „perpetuum mobile“ în felul următor: în jurul unei piese în formă de pană, cu trei laturi, a înfășurat un lanț circular compus din 14 bile legate între ele, așa cum arată desenul alăturat. Pe planul înclinat din stînga se află 4 bile, iar pe cel din dreapta, numai 2.

Am putea crede că cele patru bile din stînga vor trage bilele din dreapta, raportul dintre ele rămînînd constant și făcînd ca lanțul să se miște astfel încontinuu.

S-a dovedit însă că nu este așa: oricît de ciudat s-ar părea la prima vedere, cele patru bile din stînga trag lanțul cu aceeași forță, ca și cele două din dreapta. De aici Stevin a tras concluzia că forța cu care un corp se rostogolește pe o pantă nu este identică cu greutatea lui, ci este cu atît mai redusă, cu cît panta este mai lină, adică mai lungă și mai puțin înaltă.

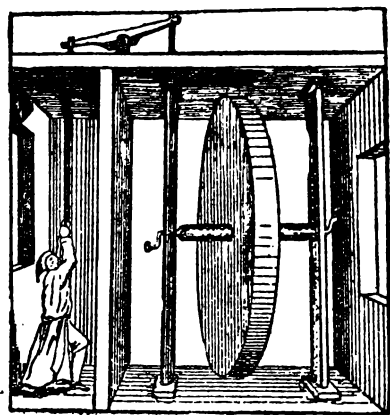
Cu timpul, fiecare inventator de „perpetuum mobile“ se discreditează. Unul dintre ei demonstra, în jurul anului 1860, la o expoziție de la Paris, că nimeni nu poate opri „perpetuum-ul mobile“ inventat de el. Dar, încercînd să oprească mașina, vizitatorii nu observau că strîng tocmai de resortul care o acționa.

Au fost epoci în care preocuparea oamenilor față de această problemă lua aspectul unei adevărate epidemii. De aceea, Academia de Științe din Paris, pentru a combate acest curent, a fost nevoită să declare că nu se mai ocupă de așa ceva!

Înainte de a încheia expunerile noastre asupra „perpetuumului mobile“, trebuie să spunem cîteva cuvinte și despre unul din cei mai interesanți inventatori și constructori din Evul Mediu, anume Orfireu, care s-a bucurat pe vremea aceea de o faimă mondială.

El își prezenta invenția pe la iarmaroace, mulțimea îl admira și astfel faima i s-a răspîndit pe tot globul. Însuși țarul Petru I al rîșilor a trimis la el un îputernicit, să-i

cumpere mecanismul miraculos. Dar inventatorului i se urcase gloria la cap și pretindea o avere fabuloasă pentru mașina sa! Un arhiduce german, curios să cunoască „secretul” mecanismului, aduse la castel pe inventator, împreună cu mașina sa, sigilă camera în care mai întâi montase mașina, controlînd apoi, periodic, dacă aceasta mai merge sau nu. Mașina se mișcă mai departe săptămîni de-a rîndul — în aparență cu de la ea putere! Convins de aceasta, arhiducele dădu lui Orfireu un certificat despre cele constatate. Iar Orfireu ajunsese la apogeul carierei sale! Poetii îi cîntau ode, regii se interesau de opera sa. O întîmplare nefericită l-a demascat însă pe „savant”: s-a certat cu soția și cu ucenicul, care îi cunoșteau secretul invenției. Din răzbunare, ei au arătat publicului că acest „perpetuum mobile” era pus în mișcare cu ajutorul unei frînghii, de care trăgeau, nevăzuți de nimeni, oameni ascunși cu iscusință în camera învecinată.



„Perpetuum-ul mobile” al lui
Orfireu

„secretul” mecanismului, aduse la castel pe inventator, împreună cu mașina sa, sigilă camera în care mai întâi montase mașina, controlînd apoi, periodic, dacă aceasta mai merge sau nu. Mașina se mișcă mai departe săptămîni de-a rîndul — în aparență cu de la ea putere! Convins de aceasta, arhiducele dădu lui Orfireu un certificat despre cele constatate. Iar Orfireu ajunsese la apogeul ca-

rierei sale! Poetii îi cîntau ode, regii se interesau de opera sa. O întîmplare nefericită l-a demascat însă pe „savant”: s-a certat cu soția și cu ucenicul, care îi cunoșteau secretul invenției. Din răzbunare, ei au arătat publicului că acest „perpetuum mobile” era pus în mișcare cu ajutorul unei frînghii, de care trăgeau, nevăzuți de nimeni, oameni ascunși cu iscusință în camera învecinată.

Adevărul științific complet asupra „perpetuumului mobile” a fost descoperit însă de-abia în secolul al XIX-lea, de către medicul german Robert Meyer.

Călătorind mult, ca medic de vapor, în regiunile tropicale, el a observat că corpul indigenilor care trăiau acolo dezvoltă mai puțină căldură decît al celor care trăiau în zonele mai reci. Această constatare l-a dus la concluzia că și căldura este o energie, care nu se pierde și nu se naște, la fel ca oricare altă energie. Energia termică, ca și celelalte

forme de energie, se poate transforma, dar nu se poate naște decât tot dintr-o energie.

Iată de ce mișcarea permanentă nu există și nici nu poate fi inventată. Descoperirea epocală a lui Robert Meyer nu a fost acceptată de savanții epocii sale. Dezamăgit, desperat chiar, el a încercat să se sinucidă. În urmă, spre sfârșitul, vieții, Meyer dobîndi pe de-a-ntregul recunoașterea meritelor sale. Munca sa a fost apreciată la justa ei valoare de Friedrich Engels, unul dintre întemcietorii socialismului științific.

Capitolul III
DE JUR ÎMPREJUR

Găleata care nu se varsă!

La ora de fizică, profesorul pune clasei o întrebare, în aparență foarte ușoară:

— *Ce se întâmplă dacă întoarcem cu gura în jos o găleată plină cu apă?*

Clasa strigă rîzînd:

— *Se varsă!*

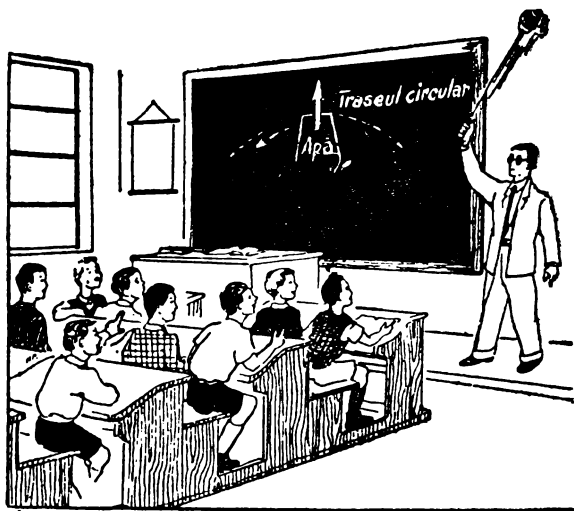
Profesorul clipi, șiret, din ochi:

— *Se poate! Dar nu întotdeauna!*

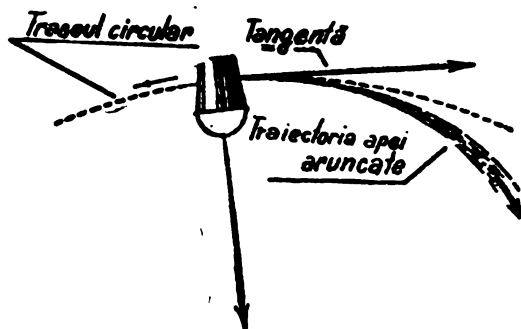
Copiii ascultă curioși și mirați. Profesorul apucă o găleată mititică, o umple cu apă, leagă de mînerul ei o sfoară groasă, cam de 1 metru lungime, apucă de capătul celălalt al sforii și începe să învîrtească „jucăria“ cu viteză mare. Nici un strop de apă nu se vărsă pe jos.

Cum se poate una ca asta? A dispărut oare greutatea apei? E imposibil! Pentru ca apa, sau orice alt corp, să se miște pe o traiectorie circulară, trebuie să acționeze neapărat asupra-i o altă forță, căci altfel s-ar mișca numai în direcție dreaptă. În adevăr, dacă facem o gaură în peretele

găleții, șuvița de apă care ar țîșni în timpul rotirii ar avea direcția tangentei față de traiectoria circulară. Dacă apa



Oricît de curios s-ar părea, dacă răsturnăm găleata cu fundul în sus, apa din ea nu se varsă.



Dacă am face o gaură în peretele lateral al găleții, apa care ar țîșni din ea în timpul rotirii, ar avea direcția tangențială față de traseul circular.

nu țîșnește în direcție dreaptă, ci de-a lungul unei anumite curbe determinate — parabola — aceasta se datorește

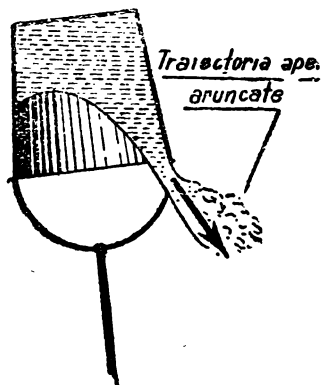
puterii de atracție a pământului, care acționează asupra stropilor de apă.

Dar peretele găleții noastre nu are nici o gaură: singura cale posibilă de ieșire a apei este închisă. Totuși, vâr-

Traseul circular



Traseul circular



Dacă viteza de rotire este destul de mare, peretele lateral al găleții închide singura cale posibilă de ieșire a apei.

În cazul rotirii lente, apa se varsă, deoarece parabola este foarte abruptă.

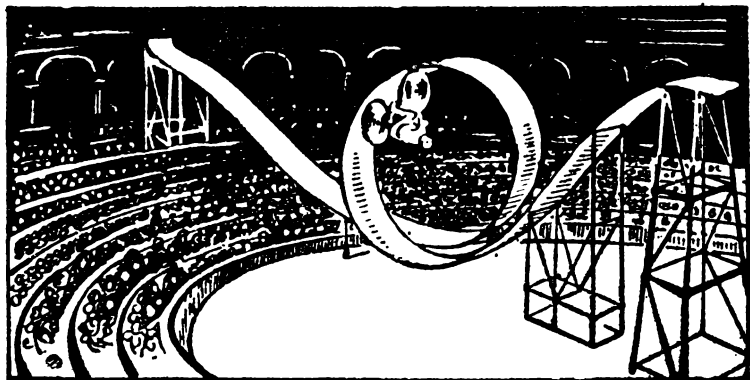
sarea apei este împiedicată numai atîta timp cît viteza de rotire a găleții este destul de mare, căci de aceasta depinde curbura parabolei. Cînd viteza de rotire este redusă, obținem o parabolă abruptă, aproape verticală, și în acest caz peretele găleții nu mai închide calea apei, nu mai este un obstacol pentru ea. Atunci, apa se va vărsa!

Să calculăm, așadar, viteza minimă, cu care putem învîrți liniștiți deasupra capului găleata cu apă, fără să facem un duș. În cazul sforii de 1 metru lungime, menționată

mai sus, trebuie să atingem o viteză de 3,2 metri pe secundă. Asta înseamnă că mîna noastră trebuie să facă o jumătate de rotație pe secundă, lucru care nu este prea greu.

Bucula diavolului

Pe fenomenul descris mai sus se bazează numărul de atracție al unor spectacole de circ, așa-numita „bucula dia-



Bucula diavolului.

volului“. Putem vedea în figură pista pe care se avîntă acrobatul curajos pe bicicleta sa. El se urcă cu bicicleta în interiorul buclei și descrie, în mare viteză, un cerc complet. Există un moment cînd acrobatul stă cu capul în jos, ca și cum i-ar fi dispărut greutatea, ca și cum ar pluti în aer!

Acest „număr de atracție“ este unul din cele mai grele. Publicul urmărește uimit biciclistul neînfricat, ba unii cred chiar că la mijloc ar fi o înșelătorie. Cei superstițioși vorbesc însă de acțiunea „miraculoasă“ a unor puteri supranaturale!

În realitate, nu s-a făcut nici o înșelătorie, și nici minuni nu s-au petrecut. S-a manifestat numai o cunoscută lege fizică.

Ca și în cazul găleții — descris mai sus — biciclistul care se urcă în viteză pînă în punctul cel mai de sus al pistei ar urma să cadă înapoi, de acolo, sub influența greutății sale, dar el merge mai departe pe drumul bine determinat, al curbei de care am vorbit. Viteza lui mare și construcția de scînduri a pistei pe care se desfășoară demonstrația îl împiedică să cadă. Este limpede, însă, că dacă viteza e prea mică, atunci reprezentarea se va termina cu un accident. Pentru a împiedica acest lucru, trebuie să se calculeze exact viteza, înălțimea de la care trebuie să pornească acrobatul, precum și greutatea bicicletei și a biciclistului. Aceste din urmă date sînt necesare pentru a se putea asigura, pe bază de calcule, rezistența necesară construcției.

Nu ne putem încrede totdeauna în simțurile noastre!

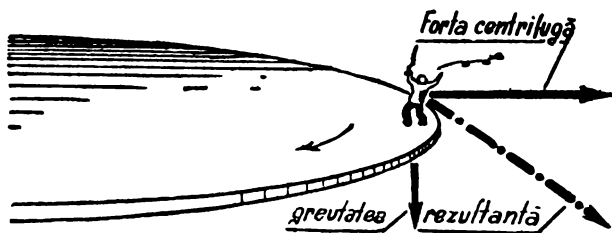
Putem simți și pe propriul nostru corp efectele ce se manifestă în urma inerției, în cazul mișcărilor circulare.

În parcurile de distracție ale marilor orașe întîlnim deseori plăci turnante, pardosite cu parchete. Persoanele care se așază pe placa turnantă sînt atrase spre marginea plăcii.

Cei ce sînt mai apropiați de mijlocul plăcii se pomenesc, în curînd, aruncați la margine. Unii țipă, alții rîd.

Asupra celui aflat la marginea plăcii acționează, însă, două forțe: greutatea corpului său și forța centrifugă rezultată din inerție. Efectul comun al acestor două forțe se poate înlocui prin forța oblică, reprezentată în figură. Atîta timp cît rotația nu este prea rapidă, omul care stă la marginea plăcii turnante are impresia că nu stă pe o podea orizontală, ci pe un plan înclinat, pe care își menține cu greu echilibrul. Cu cît placa se învîrtește mai repede, cu atît mai abruptă i se pare și lui panta imaginară și cu atît mai nesigură îi este poziția.

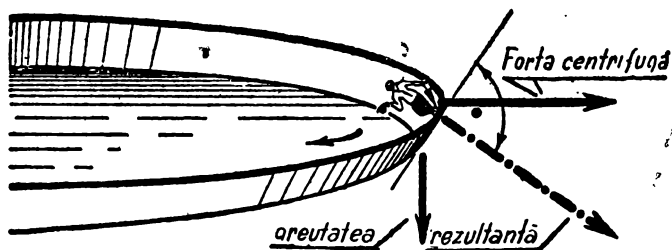
Să ne închipuim acum că marginea plăcii turnante a fost îndoită în sus, cu un unghi oarecare, și noi ar trebui să stăm pe această porțiune înclinată spre centru. Dacă placa stă nemișcată, va fi greu să ne menținem pe ea.



Cel care stă la marginea plăcii turnante, are impresia că trebuie să-și mențină echilibrul pe un plan înclinat, deși...

Dar când placa începe să se învârtască, la o anumită viteză, sentimentul neplăcut de nesiguranță dispare.

Avem atunci impresia că ne aflăm pe un plan orizontal. Acest fenomen are loc în momentul când partea înclinată este



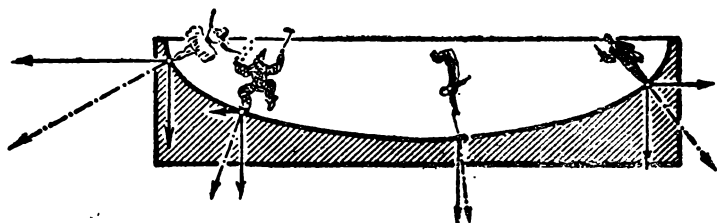
... omul care stă pe placa turnantă cu margini îndoită în sus este sigur pe picioarele lui numai dacă placa se învârtște destul de repede.

exact perpendiculară pe forța de direcție oblică, echivalentă celor două forțe care acționează asupra corpului nostru.

Dacă dăm plăcii turnante o astfel de formă, încât suprafața ei să fie totdeauna perpendiculară pe forța rezultantă

omul aflat pe placă va avea mereu impresia că se află pe un plan orizontal. Această suprafață curbă poartă numele de paraboloid.

Asemenea suprafețe paraboloidale putem să obținem oricând. Lichidele, de pildă, se așază întotdeauna perpendi-



Placă turnantă, de formă paraboloidală.

cular pe forțele care acționează asupra lor. Astfel, suprafața apei liniștite, asupra căreia acționează numai forța gravitației, este orizontală. Dacă învîrtim însă un pahar pe jumătate umplut cu apă în jurul unui ax vertical, masa apei se urcă de-a lungul pereților și coboară spre mijloc: suprafața ei ia formă paraboloidă.

Un instrument indispensabil pentru astronomie este telescopul. Ei bine, s-a stabilit că forma cea mai potrivită pentru oglinda telescopului este tocmai paraboloidul, pe care l-am cunoscut mai sus.

Numai că șlefuirea oglinzilor la forma paraboloidă exactă se face foarte greu.

De aceea s-a emis părerea că în locul oglinzii de sticlă șlefuită s-ar putea utiliza o oglindă lichidă.

Știind că mercurul este lichidul care reflectă cel mai bine lumina, vom putea obține o oglindă parabolică perfectă, dacă învîrtim mercurul într-un vas plat. Dezavantajul ingenioasei idei este însă că cea mai mică trepidație provoacă nenumărate ondulații pe suprafața oglinzii parabolice, făcînd-o astfel inutilizabilă.

Cineva a întrebat odată, în glumă, cum s-ar putea vinde o marfă mai ușoară cantitativ, drept una mai grea, fără să dăm totuși lipsă la cîntar? Oricît de imposibil s-ar părea, o soluție tot există, și anume: va trebui să cumpărăm numai la Ecuator, și să vindem marfa în regiunea polară!

De ce? 1 kg de aur nu are tot 1 kg, atît la Ecuator, cît și la poli?

Cine vrea să găsească răspunsul exact, va trebui să ia sub braț un cîntar cu resort, să plece cu el la Ecuator și să cîntărească acolo 1 kg de aur. După aceea, să plece cu aurul și cu cîntarul la Polul Nord. Bineînțeles, nu trebuie să-și uite paltonul! Altfel, s-ar putea întîmpla să capete un guturai strașnic!

Iată, persoana noastră a și sosit! Ea despachetează cu atenție cîntarul și blocul de aur, cîntărește cu atenție și constată că blocul de aur, care avea la Ecuator 1 kg, la Polul Nord cîntărește cu circa 3 grame mai mult.

Dar dacă cîntarul a înșelat?

Persoana respectivă se hotărăște să verifice măsurarea pe un cîntar analitic de farmacie. Controlul dă un rezultat surprinzător: blocul de aur care cîntărea la Ecuator 1 kg, are exact aceeași greutate și la Polul Nord!

De unde provine diferența?

Pămîntul atrage corpurile spre centrul lui. Din cauza rotației, toate corpurile ce se învîrtesc împreună cu el sînt supuse, datorită inerției, forței centrifuge. După cum știm, forța centrifugă reduce greutatea. Dar, nu în egală măsură pe tot pămîntul. Reducerea cea mai mare se face la Ecuator, iar cea mai mică, la poli. Mărimea forței centrifuge scade deci de la Ecuator înspre poli. Acest fenomen provoacă scăderea greutății și în diferite alte puncte ale globului. Fi-rește, „lipsă“ la cîntar nu se poate observa nici măcar cu

balanța farmaceutică, deoarece greutatea unităților de măsură scade și ea în aceeași măsură, ca și greutatea materialului pe care-l cântărim — aurul în cazul nostru — și pe care-l ducem de la Ecuator spre pol.

Cît despre cîntarul cu arc, el nu cîntărește cu ajutorul greutateților, ci prin alungirea resortului, care variază și ea odată cu greutatea materialului ce se cîntărește.

Desigur, nu trebuie să credem că variația greutateii are vreo importanță în viața de toate zilele, de pildă în comerț. De altfel, greutatea scade, dacă ne deplasăm de la Polul Nord spre Ecuator, cu numai a 290-a parte, iar la micile deplasări ale vieții obișnuite, „lipsa“ devine imperceptibilă. Numai în cazul unor cantități însemnate de mărfuri, ea poate deveni importantă.

Nu mulți știu că din Spitzbergen se livrează anual porturilor meridionale circa 300 000 tone de cărbuni. Dacă am livra această cantitate unui port din regiunea ecuatorială, am constata la descărcare o lipsă de 1 200 tone, presupunînd că la încărcare măsurarea s-a făcut cu cîntare cu resort. Această cantitate de cărbune ar ajunge pentru încălzirea, în timpul iernii, a zece blocuri mari de locuințe! „Lipsa“ la cîntar, după cum se vede, este aci destul de serioasă!

Dar scăderea de greutate ar fi mult mai mare, dacă pămîntul s-ar roti mai repede în jurul axei sale. Dacă ziua ar avea, de pildă, numai 4 ore în loc de 24, greutatea care ar cîntări la poli 1 kg, ar avea la Ecuator numai 875 de grame. Astfel, ar fi rentabil să cumpărăm aur la Ecuator și să-l vindem în regiunile polare!

8. *Cine aruncă mai departe?*

Doi băieți se iau la întrecere: care poate arunca mai departe aceeași piatră? Unul o azvîrle cu putere, celălalt însă o leagă cu o bucată de sfoară, o învîrtește de cîteva ori și apoi îi dă drumul. Care din ei va învinge, și de ce?

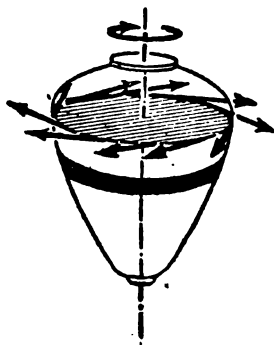
Poate că orice tînăr de la țară, citind această carte, își va aduce aminte cu plăcere că și el s-a jucat în copilărie cu sfîrleaza de lemn. Avea impresia că mîină un căluț minuscul: sfîrleaza stătea dreaptă și sărea atît de mîndră sub loviturile de bici, de parcă era vie. Deși se învîrtea numai pe ținta din vîrf, ea își păstra un echilibru perfect. Cînd însă micul ei stăpîn obosea și nu mai lovea cu biciul, sfîrleaza își încetinea viteza, își pierdea echilibrul, se răsturna și rămînea fără viață.

Și copiii de la oraș cunosc sfîrleaza, dar jucăria lor este fabricată din tablă și nu se mai pune în mișcare cu biciul, ci se apucă de un mîner vertical și se învîrtește printre degete. Deși diferă ca aspect, te poți juca la fel de bine cu amîndouă.

Nu toți copiii știu, însă, de la început, să se joace cu sfîrleaza. Dacă o așază pur și simplu pe pămînt, sfîrleaza se răstoarnă. Și la fel se răstoarnă cînd nu este învîrtită destul de repede. Să vedem, așadar, de ce sfîrleaza care se rotește repede își menține poziția



Sfîrleaza este o jucărie interesantă!



Fiecare punct al sfîrlezei în rotație are o viteză tangențială.

verticală, ba uneori poate să stea chiar aplecată? Cum poate ea să rămână în echilibru, stînd pe vîrf?

Am mai vorbit despre modul interesant în care se manifestă inerția corpurilor în rotație. Este la fel ca și cum ar acționa acolo o forță oarecare. Aceasta este forța centrifugă.

Fiecare punct în parte, al sfîrlezei în rotație, descrie un cerc. La sfîrleaza de tablă putem vedea chiar axul în jurul căruia se învîrtesc punctele sfîrlezei.

La sfîrleaza de lemn axul nu se vede, deși el există. Fiecare punct al ei se învîrtește într-un plan perpendicular pe acest ax.

Punctele sfîrlezei, la fel ca și picăturile de apă din găleata ce se învîrtea, au o viteză de direcție tangențială.

Toate aceste tangente se situează într-un plan perpendicular față de ax. În consecință, fiecare punct caută să se miște în așa fel, încît să rămână în permanență pe un plan perpendicular față de axul de rotație. Iar planurile perpendiculare pe axul de rotație caută să-și mențină locul lor în spațiu, adică tocmai acea poziție perpendiculară pe care o au față de ax. În ansamblu, mișcarea dă impresia că planurile ar fi fixate pe un ax foarte solid, care nu se poate mișca din poziția lui decît numai printr-un efort considerabil. Cu cît viteza acelor particule ale sfîrlezii este mai mare, cu atît mai inert este axul. Firește, o forță exterioară destul de mare ar putea învinge această inerție, dar greutatea proprie a sfîrlezii nu este suficientă, și de aceea ea își menține echilibrul în timpul rotirii.

Cum lucrează jonglerii

La circ vedem adesea numere de atracție care necesită multă îndemînare, căpătată printr-o practică îndelungată. Jonglerul ține în echilibru, în vîrfurile unui băț, o farfurie,

o pălărie sau alt obiect rotund, pe care îl învîrtește cu viteză mare, sau îl aruncă în așa fel, încît să cadă drept în vârful unui baston.

În special jonglerii chinezi au dezvoltat foarte mult această artă și publicul nostru i-a putut admira mereu de



Numai cu obiecte ce se învîrtesc se pot face astfel de jonglerii.

cîțiva ani încoace. Unul dintre cele mai atractive numere ale lor era acela cu farfuriile. Cei doi artiști își aruncau, unul altuia, farfuriile, care se învîrteau prin aer, erau prinse din zbor în vârful bețelor pe care le țineau în mînă, apoi erau iar aruncate și prinse în vârful bățului.

Ei executau toate aceste jonglerii cu o siguranță uimitoare și farfuriile fragile nu se aflau cîtuși de puțin în pericol.

Dar să încerce cineva aceste jonglerii, fără învîrtire! Farfuriile s-ar face țandări!

Jongleriile cer multe exerciții stăruitoare și o îndemînare extraordinară, dar la baza lor stă aceeași lege fizică, despre care am mai vorbit în legătură cu sfirleaza.

Farfuria, pălăria sau inelul în rotație reprezintă fiecare cîte o sfirlează, a cărei axă de rotație își menține direcția dată de artist. În stare de repaus, asemenea obiecte se răstoarnă ușor.

9. Oul lui Columb

O poveste despre descoperitorul Americii ne spune că, într-o discuție, Columb ar fi afirmat că poate să așeze pe masă un ou, drept pe vîrf. Pentru a-și dovedi afirmația, el a ciocnit oul, turtindu-i vîrfurile de masă, și astfel, desigur că oul a stat.

Nu știm exact cum a fost, dar soluția este greșită, fiindcă el nu a mai pus pe masă oul întreg, ci un ou cu forma schimbată.

Noi însă putem face oul să stea pe vîrf, fără să-l ciocnim! În baza legii de fizică descrisă mai sus, problema e ca și rezolvată!

Cine ne spune cum?

ATRACTIA MASELOR

Cît de mare este forța de atracție a maselor?

Ne-am obișnuit să considerăm atracția drept un lucru firesc, și de aceea aproape nimeni nu se mai întreabă: de ce cad la pămînt obiectele care nu sînt susținute? Este îndeobște cunoscut că motivul acestui fenomen e forța de atracție a pămîntului, adică faptul că pămîntul, a cărui masă este imensă în comparație cu toate obiectele de pe el, atrage corpurile.

Mai puțin cunoscut este faptul că și obiectele se atrag între ele, dar despre aceasta nu prea vorbim, întrucît nu percepem asemenea fenomene în viața de toate zilele.

Și totuși, atracția reciprocă a corpurilor este tot atît de reală ca și atracția pămîntului. Forța de atracție a obiectelor mici este însă infimă și de aceea nu poate fi observată. De exemplu, doi oameni de greutate medie, care stau la o distanță de 2 metri, se atrag reciproc cu o forță mai mică decît o sutime de miligram!

Ori, o forță de asemenea mărime nu se poate măsura decît cu instrumente de laborator extrem de sensibile. Și, în orice caz, ea nu ar putea să ne urnească din loc, deoarece

după cum am văzut — datorită frecării tălpilor noastre de sol — numai o forță de circa 30% din greutatea corpului, adică în medie de vreo 20 kg, ne-ar putea mișca.

Dacă nu ar exista frecarea, firește că și o forță redusă ar fi în stare să provoace o mișcare accelerată, iar corpurile s-ar apropia în permanență unul față de celălalt.

Fizicienii au găsit modalitatea de a face ca această forță imperceptibilă să poată fi totuși observată.

Cine nu cunoaște firul cu plumb! Firul de care este agățată o bucată de plumb, se îndreaptă spre centrul globului pământesc. Dacă așezăm în apropierea bucății de plumb un corp de o greutate mai mare în comparație cu plumbul, firul deviază puțin din poziția sa verticală și se deplasează în direcția acestui corp. Această mișcare e o consecință a forței exercitate de corpul mai greu, forță care acționează asupra corpului mai ușor.

Fenomenul poate fi pus în evidență și mai bine, dacă verificăm poziția verticală a firului cu plumb în apropierea unui munte mare. De altfel, asemenea observații s-au făcut în repetate rînduri, în decursul timpurilor.

Astfel, marele fizician maghiar Eötvös Loránd (1848—1919) s-a ocupat timp de trei decenii cu cercetarea atracției maselor. Mult înaintea lui se stabilise că stratificarea suprafeței și a scoarței pământului este în strînsă legătură cu puterea de atracție a pământului.

Pe această bază a început Eötvös explorarea materiilor prime ascunse în interiorul pământului. Cu un înflăcărat patriotism, el ne spune:

„Aici, la picioarele noastre, se întinde marele șes al Ungariei, înconjurat de brîul munților. Forța gravitației i-a netezit suprafața, după bunul ei plac. Care să fi fost forma lui dinainte? Ce munți au fost îngropați, și ce prăpăstii au fost umplute cu materiale mai afîinate, pînă ce s-a format șesul pe care cresc acum spicele de aur, hrana de toate zilele a poporu-

lui maghiar? Atîta vreme cît mai pășesc pe acest pămînt și mai mănînc pîine, mă voi strădui să răspund întrebărilor care mă frămîntă. Iată de ce vă cer să mă sprijiniți!“

Eötvös Loránd și-a construit singur instrumentul, extrem de precis, de care avea nevoie pentru cercetările sale — pendulul Eötvös — și care i-a asigurat apoi un răsunător succes.

De ce depinde forța de atracție a maselor?

Din exemplele precedente rezultă clar că forța de atracție a maselor este cu atît mai mare, cu cît corpurile asupra cărora acționează ea sînt mai grele. E ușor de înțeles însă că nici distanța dintre ele nu este lipsită de importanță. Cu cît ea este mai mică, cu atît mai mare va fi forța de atracție. Dacă distanța scade la jumătate, forța de atracție crește de patru ori, iar dacă scade la o treime, atracția devine de nouă ori mai mare.

10. O altă întrebare cu tîlc

De ce dacă turnăm pe masă o picătură mai mare de mercur, ea nu are forma unei sfere regulate?

Ce leagă pămîntul de soare?

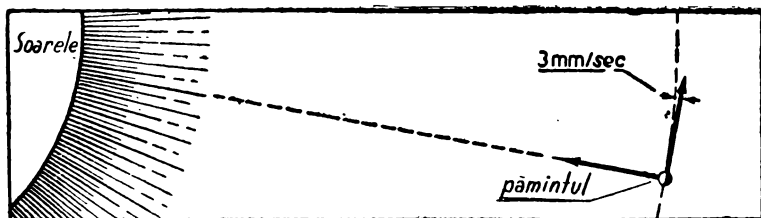
Forța de atracție, neînsemnată la masele mici, ia proporții uriașe între corpurile cerești, din pricina imensității acestora.

Căci și corpurile cerești, aflate la distanțe uluitoare de noi, dau semne de viață, atrăgînd pămîntul cu o forță de multe milioane de tone.

Soarele are o influență hotărîtoare asupra vieții globului nostru. Fiind centrul sistemului solar, el obligă pămîntul să descrie prin spațiu un drum circular.

Cunoscînd masa soarelui și a pămîntului, precum și distanța dintre ele, putem calcula ușor cu ce forță sîntem atrași de soare. Cu o forță de 3,5 cuadrilioane de tone.

În acest caz se pune întrebarea: de ce nu se prăbușește pămîntul peste soare, cum cade un măr pe pămînt? Ați



Atracția solară abate pămîntul din drumul său cu numai 3 mm

ghic! Tot din același motiv pentru care nu se vărsa apă din gălețica ce se învîrtea. Pămîntul are o viteză uriașă, care împreună cu forța de atracție a soarelui face ca el să-și mențină traiectoria. Dacă forța de atracție a soarelui ar dispărea, dintr-un motiv oarecare, pămîntul ar părăsi imediat traiectoria sa circulară și ar zbura în adîncurile infinite ale Universului.

E greu să ne închipuim o forță atît de mare ca aceea care atrage pămîntul spre soare! Dacă am vrea să înlocuim această forță printr-un cablu — așa cum acționa sfoara de care era legată gălețica cu apă, în rotirea ei — ar trebui să luăm neapărat un cablu de oțel, care rezistă cel mai bine. Oțelul suportă sarcini de peste 100 kg pe milimetru patrat, fără să se rupă. Să vedem, însă, cît de gros ar trebui să fie cablul de oțel, pentru a putea rezista forței de atracție a soarelui.

Pentru aceasta, să ne închipuim că avem un cablu cu diametrul de 5 km. Bineînțeles că acest cablu ar trebui să ajungă de la pămînt pînă la soare! Dar, ce ne facem, că el n-ar fi suficient decît pentru o „mică“ forță de 2 bilioane tone! Pentru întreaga forță de atracție a soarelui am

avea nevoie de foarte multe cabluri similare! Atît de multe, că dacă le-am repartiza în mod uniform pe suprafața pămîntului îndreptată spre soare, distanța între două cabluri n-ar fi cu mult mai mare decît grosimea lor!

Imaginați-vă forța necesară pentru a rupe această pădure de cabluri formidabile, și veți avea idee ce imensă este forța invizibilă care acționează reciproc între pămînt și soare.

Această forță uriașă se manifestă prin faptul că silește pămîntul să urmeze o traiectorie circulară. Dar, oricît de necrezut ar fi, ea nu reușește să-l abată din drum decît cu 3 mm. Iată încă o dovadă de imensitatea globului nostru.

O călătorie în microplaneta Hermes

Sînt unele corpuri cerești pe care — din cauza masei lor reduse — „greutatea“ corpurilor este extrem de mică, aproape inexistentă! Un astfel de corp ceresc este microplaneta Hermes, care ajunge periodic pe orbita sa tot atît de aproape de pămînt, ca și luna.

Să ne închipuim că sîntem într-o epocă — pînă la care, poate, nu mai e mult — cînd comunicațiile interplanetare au devenit o realitate! Să încălecăm, deci, pe un avion-rachetă și să facem un „salt“ pînă la Hermes.

Diametrul acestei microplanete este numai de 1 km, așa încît greutatea corpurilor va fi aici de 10 000 de ori mai mică decît pe pămînt, adică practic: inexistentă! Ce se va întîmpla cu noi, cînd vom descinde din avionul-racetă?

Renumitul astronom sovietic Voronțov-Veliaminov descrie astfel peripețiile pe care le-am avea pe Hermes:

„O mișcare neatentă a piciorului și vom sări la o mare înălțime, de unde vom reveni foarte încet. Pe mica planetă ne-ar trebui 42 de secunde ca să „cădem“ de la o înălțime de 1 metru! În timpul căderii de la această „înălțime“, am putea bea o sticlă de lapte, deși este foarte problematic dacă am putea măcar asta

să facem! Căci, forța de atracție fiind atât de redusă, lichidul care se scurge din sticlă — și ale cărui particule se atrag reciproc — ar avea tendința să ia o formă sferică, și astfel „băutul“ ar deveni o operație destul de complicată! Numai prin lovituri s-ar desprinde din această sferă de lichid cîteva stropi, care s-ar împrăștiia însă la fel ca mercurul!

Poate că am reuși să bem pînă la urmă, dar numai sugînd lichidul printr-un tub de cauciuc, pe care l-am ține în gură...

Dar pe Hermes nu atîta „problema alimentării“ ne-ar face griji, ci mai degrabă atitudinea noastră prea „vioaie“! Nu carecumva să sărim în sus de bucurie! Ne-ar costa scump. Nici n-ar trebui să facem un salt atît de mare, că ne-am și îndepărta, pentru totdeauna, de planetă, și am pluti în spațiul interplanetar!

Într-adevăr, viteza pe care ar imprima-o mușchii noștri, sărind, ar putea învinge forța de atracție a microplanetei.

De altfel, pe Hermes, nici mersul obișnuit nu e lipsit de primejdii! Și, dacă nu vrem să pierdem cumva legătura cu planeta și cu racheta care ne-a adus, va trebui să umblăm în mîini, sau, mai exact, să ne ținem în permanență cu mîinile de părțile proeminente ale suprafeței microplanetei.

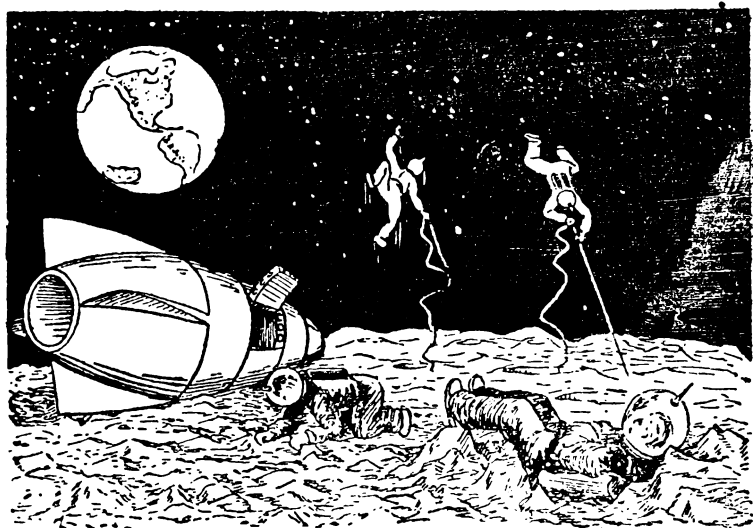
Iar dacă toate acestea ne enervează, să nu vă închipuiți că ne-am putea încumeta să trîntim vre-un obiect de planeta asta șugubeață, fiindcă — așa cum ne arată legea acțiunii și reacțiunii — efortul respectiv ar provoca un recul, care ne-ar scoate pe neașteptate din poziția avută.

Puterea de atracție redusă, și deci greutatea neînsemnată a corpului, ne-ar permite să dormim — spre marea invidie a fahirilor indieni — pe stîncile colțuroase ale planetei, fără să ne doară nimic.

Iar pendulele noastre, dacă le-am avea acolo, cu limbi de 1 m lungime, ar întîrzia atît de mult, că am putea să le aruncăm la gunoi! O oscilație a pendulei ar dura cîteva minute,

în loc de o secundă, și, ca să mergă exact, ea ar trebui să fie scurtă de tot, numai cît o fracțiune dintr-un milimetru, adică aproape invizibilă.

...Am putea chiar să ne legăm de Hermes cu frîghii, cu ajutorul cărora am putea să revenim înapoi, dacă, din întîmplare, făcînd o mișcare vie, am ajuns prea departe.



Dacă am făcut o săritură ceva mai... temerară, trebuie să fim legați cu frîghii de polul planetei Hermes, ca să mai putem reveni pe ea.

...Îmbrăcînd haine speciale, de cauciuc, le-am putea umfla cu aer comprimat dintr-un rezervor pe care l-am purta în spate.

...O instalație de încălzire electrică ne-ar putea apăra la nevoie și de frig. Toate acestea le-am putea căra foarte ușor cu noi, fiindcă nici o povară nu ni s-ar părea prea grea! E lesne de înțeles: 10 tone de pămînt nu atîrnă aci decît 1 kg!

Sau, cu alte cuvinte, oricine ar putea ridica ușor pe umăr un vagon de marfă bine încărcat...

Putem spune, aşadar, că organismul nostru, felul de viaţă şi întreaga noastră existenţă sînt condiţionate în mod natural de forţa de atracţie.

Spre fundul pămîntului

Există, oare, o atracţie a maselor şi în interiorul pămîntului? Este greu să răspundem la această întrebare bazîndu-ne pe observaţii sau încercări, deoarece pînă acum nu s-a reuşit să se foreze decît pînă la o adîncime de 6 km.

Cunoscînd însă legea atracţiei maselor, putem trage concluzii şi cu privire la atracţia maselor din interiorul pămîntului. E lucrul dovedit că forţa de atracţie este îndreptată întotdeauna spre centrul pămîntului.

În imaginaţia oamenilor stăruie de multă vreme întrebarea: cum s-ar mişca oare corpurile într-un tunel săpat prin globul pămîntesc? Să ne închipuim, de exemplu, că am săpa un tunel de la Polul Nord pînă la Polul Sud, trecînd prin centrul pămîntului. Ce s-ar întîmpla cu o piatră, pe care am lăsa-o să cadă în tunel dinspre Polul Nord? Unde s-ar opri ea? În centrul pămîntului? Nu!

Cînd piatra ajunge în centrul pămîntului, viteza ei este atît de uriaşă, încît trece ca fulgerul prin el şi zboară mai departe.

Dar pe măsură ce se îndepărtează de centrul pămîntului, viteza ei descreşte treptat. Cînd ajunge la Polul Sud, trebuie s-o prindem repede, deoarece altfel ar fi atrasă înapoi, şi ar parcurge acelaşi drum în sens invers. Această mişcare ar continua la infinit.

Dar fireşte că toate acestea sînt adevărate numai dacă neglijăm rezistenţa aerului!

Putem calcula timpul în care piatra străbate pămîntul. Dus şi întors, ea nu ar face decît 84 minute şi 24 secunde, adică mai puţin de o oră şi jumătate!

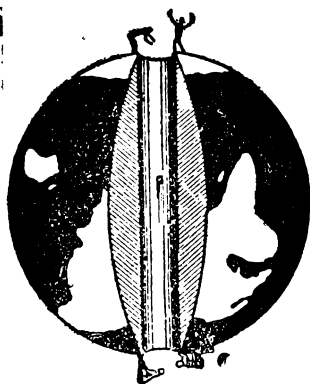
Dacă am săpa însă tunelul nu prin poli, ci prin alte două puncte opuse de pe glob, mișcarea s-ar complica, desigur, deoarece piatra căzută în tunel se va învîrți împreună cu pămîntul, iar viteza ei va fi cu atît mai mare, cu cît intrarea în tunel se află mai aproape de Ecuator. Dacă, de exemplu, am arunca piatra în tunel la Budapesta, piatra se va deplasa — în afară de căderea ei — cu o viteză de circa 340 de metri pe secundă, spre vest.

La Ecuator această viteză va fi de 465 de metri pe secundă.

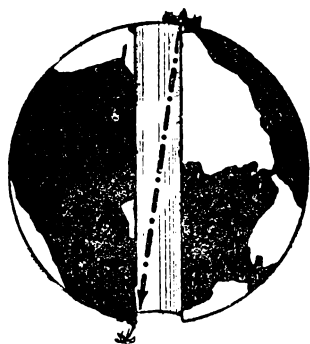
Piatra va rămîne tot mai mult în urmă față de punctele Ecuatorului, deviind — în raport cu acestea — spre est. La tunelul săpat între poli nu există o asemenea deviație spre est.

Cu cît intrarea în tunel se apropie mai mult de Ecuator, cu atît mai mare va fi deviația, care va fi maximă chiar la Ecuator.

Dacă facem săpătura între două puncte opuse, situate însă amîndouă pe Ecuator, tunelul va trebui să fie sau foarte lat, sau înclinat, pentru ca piatra să-l poată străbate. Firește că piatra parcurge, de la intrarea în tunel și pînă la centrul pămîntului, o cale tot atît de lungă ca de la centrul pămîntului pînă la ieșirea din tunel. Dacă intrarea în tunel s-ar afla la o înălțime de 2 km deasupra



Tunelul care leagă Polul Nord cu Polul Sud.



Piatra aruncată la Budapesta, în tunelul săpat prin centrul pămîntului, deviază spre est.

nivelului mării, iar ieșirea chiar la nivelul mării, piatra nu se oprește la ieșire. Ea zboară mai departe, pînă la o înălțime de 2 km.

Dacă însă cele două guri ale tunelului se află la aceeași înălțime față de nivelul mării, vom putea prinde piatra fără nici o dificultate și fără măcar a ne lovi la mînă, deoarece viteza ei este în clipa aceea egală cu zero.

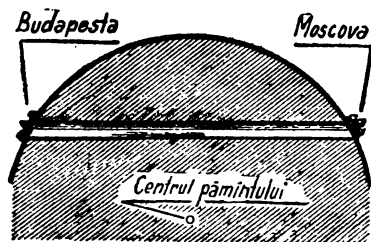
Ne-am antrenat așa de mult în descrierea tunelului, ca și cum el ar fi o realitate. Ne dăm totuși seama că tehnica de azi este încă foarte departe de a realiza așa ceva.

În încheiere, încercați să răspundeți singuri la întrebarea următoare:

11. Cine s-a apropiat pînă acum cel mai mult de centrul pămîntului?

Drumul cel mai scurt

Să călătorim, pe aripile gîndului, la Moscova! Deși călătoria în sine este o mare plăcere, ne vom strădui totuși să ajungem la ținta călătoriei noastre pe calea cea mai scurtă cu putință.



Trenul aleargă fără locomotivă în tunelul săpat în interiorul pămîntului.

este o linie dreaptă, ci un arc de cerc. Am putea merge pe o linie dreaptă numai dacă drumul nostru nu ar trece pe suprafața pămîntului, ci prin interiorul lui. Tunelul care

Drumul cel mai scurt între două puncte — Budapesta și Moscova — este drumul drept. Da, dar pe suprafața curbată a pămîntului nu putem merge pe un drum drept pentru a ajunge la Moscova. În desen se poate vedea că drumul nu

se vede în figură — pe lângă faptul că e drumul cel mai scurt — mai are o calitate foarte interesantă. Trenul care ar circula prin el, s-ar mișca la fel ca piatra despre care a fost vorba în paginile precedente. El ar trece prin tunel chiar fără locomotivă.

Cum așa? Cine îl pune în mișcare?

Avînd în vedere că asupra lui nu acționează decît forța de atracție a pămîntului, este neîndoielnic că numai ea îl pune în mișcare. Știm că forța de atracție a pămîntului este îndreptată întotdeauna spre centrul lui. Privind figura, observăm că atunci cînd trenul trece prin prima jumătate a tunelului, el se apropie de fapt de centrul pămîntului. Este drept că trenul se mișcă foarte încet la pornire, dar iuțeala lui crește din secundă în secundă și într-un timp foarte scurt el gonește cu o viteză de neînchipuit. La mijlocul tunelului, viteza este de-a dreptul uriașă, astfel că îl face să traverseze și jumătatea cealaltă a traseului, deși în această parte forța de atracție a pămîntului nu mai sporește viteza, ci o reduce.

În călătoria noastră am uitat, însă, de unele amănunte nefavorabile, cum ar fi, de pildă, aerul și frecarea. S-ar putea ca ele să ne strice socotelile! De aceea, să facem și mai departe abstracție de ele, pentru a putea trage concluzii interesante cu privire la forța de atracție a pămîntului.

Printr-un calcul elementar ne putem convinge că o călătorie Budapesta-Moscova n-ar dura decît 42 minute și 12 secunde!

Mai rar așa călătorie rapidă! Și — ceea ce pare surprinzător — durata călătoriei nu ar depinde de lungimea tunelului! Într-adevăr, cu cît acesta e mai lung, cu atît mai accelerată este și viteza corpului ce se mișcă prin el!

Cea mai puternică accelerație o vom găsi în tunelul care trece prin centrul pămîntului. Ea va fi la fel de mare, ca și cum corpul ar cădea liber.

În tunelurile mai scurte, accelerația va fi de atâtea ori mai mică decât accelerația gravitației, de cîte ori este mai scurt tunelul în raport cu diametrul pămîntului.



a — Un astfel de tunel are la cele două capete o direcție identică cu direcția tangentelor de pe suprafața pămîntului.

b — Tunelul este, în toate punctele sale, perpendicular pe raza pămîntului.

c — Centrul tunelului este cel mai apropiat de centrul pămîntului.

Două puncte de pe pămînt se pot lega prin tunele în diferite feluri. Să vedem, mai întii, cum se sapă un tunel „orizontal“. Dar, ce înțelegem noi prin direcție orizontală? Evident, direcția nivelului apei, adică planul perpendicular față de direcția firului cu plumb! Să nu uităm că direcția firului cu plumb este pretutindeni identică cu direcția razei pămîntului!

Dintre tunelele reprezentate în figură, cel din mijloc este acela a cărui direcție formează, cu direcția firului de plumb, în orice punct, un unghi drept. Acesta este deci tunelul „orizontal“. Curios, el urmează totuși perfect de bine curbura suprafeței pămîntului! Noi ne-am obișnuit să considerăm orizontala totdeauna drept ceva plan, cu toate că apele cu suprafață mare — cum sînt, de exemplu, oceanele — nu au o suprafață plană, ci o curbura identică cu cea a scoarței pămîntului.

Cele mai multe tuneluri se sapă așa cum ne arată figura: extremitățile tunelului au direcție tangențială față de suprafața pămîntului. Un asemenea tunel urcă puțin, la început, apoi coboară. Avantajul este că apa nu se adună în el, ci se

scurge de la sine. Dacă am săpa un tunel lung exact în direcție orizontală, el ar căpăta o formă arcuită. Apa ar fi în echilibru în orice punct al tunelului, și nu s-ar mai scurge din el.

În sfârșit, dacă tunelul se construiește în linie dreaptă, apa nu numai că nu se scurge din el, ci se adună în mijlocul lui. Lucrul este ușor de înțeles, căci în această poziție apa se află cel mai aproape de centrul pământului: ambele părți ale tunelului sînt în pantă înclinată spre mijloc.

Muntele lui Newton

Putem urmări ușor drumul parcurs de o minge azvîrlită. Dacă o aruncăm în direcție orizontală, drumul ei deviază după puțin timp de la linia dreaptă, descrie o curbă și cade pe pămînt. Cu cît o aruncăm cu viteză mai mare, cu atît mai departe zboară și mingea.

Se pune întrebarea: putem s-o aruncăm cu o viteză atît de mare, încît să părăsească pămîntul și să nu se mai întoarcă niciodată?

Întrebarea l-a frămîntat și pe Newton (1642—1727), descoperitorul atracției maselor, cel mai mare fizician al tuturor timpurilor. El și-a pus astfel problema:

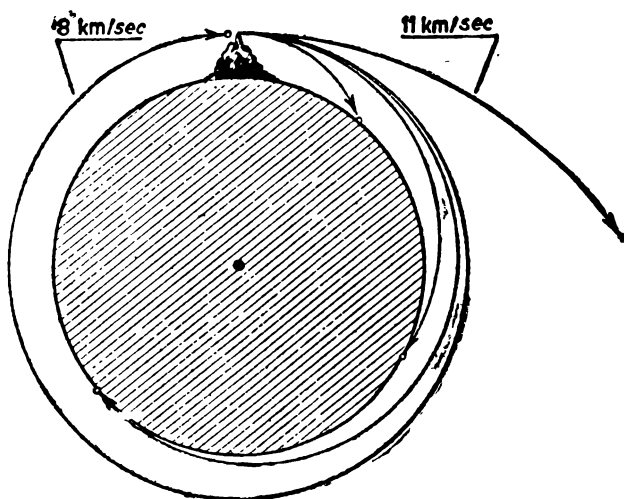
Să ne închipuim că aruncăm o piatră de pe un munte înalt și să nu ținem seamă, nici în cazul acesta, de rezistența aerului. Cu cît o vom azvîrli mai puternic, cu atît va cădea mai departe.

Dar putem să imprimăm noi pietrei o viteză atît de mare, încît ea să înconjoare globul și să se întoarcă în vîrfurile muntelui, de pe care a fost aruncată?

Avînd în vedere că la înapoiere viteza ei nu va fi mai mică decît la plecare, piatra își va continua mișcarea pe aceeași traiectorie. O astfel de piatră încetează să mai fie un obiect pămîntesc și devine un „satelit“ al pământului. Și aci se poate

calcula viteza inițială necesară. Rezultatul calculului este că un obuz tras cu o viteză de 8 km pe secundă se poate învîrți astfel în jurul pămîntului.

Dacă obuzul ar avea însă o viteză mai mare, el nu s-ar mai învîrți în jurul pămîntului în cerc, ci pe o orbită de forma unei



Muntele lui Newton.

elipse lățite — iar la o viteză inițială de 11 km [pe secundă, obuzul ar părăsi pe veci planeta noastră și s-ar pierde în adîncurile Universului.

Dacă n-ar exista atmosfera, am putea să aruncăm deci în lună orice obiect pămîntesc. Jules Verne a recomandat chiar, în romanul său „O călătorie în lună“, o metodă pentru realizarea ideii sale.

Putem zbura în Lună?

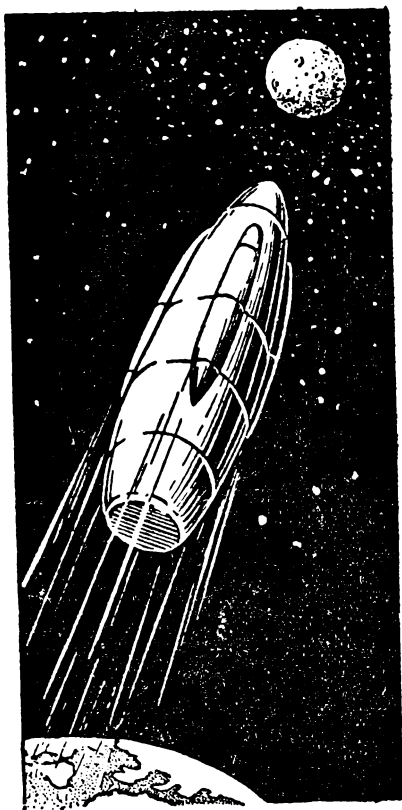
Eroii romanului lui Jules Verne au crezut că vor putea realiza acest zbor construind un tun uriaș, umplut cu o cantitate enormă de explozibil, în stare să imprime obuzului

viteza necesară pentru a ajunge în Lună! Ei toarnă un tun lung de 4 km pe care îl îngroapă vertical în pământ și construiesc apoi un obuz de proporții uriașe, în interiorul căruia instalează o cabină pentru pasageri.

Greutatea obuzului este de 8 tone. Tunul se încarcă cu 16 tone de fulmicoton. Proiectilul capătă, în urma exploziei — dacă putem da crezare autorului romanului — o viteză de 16 km pe secundă, care scade însă, în urma rezistenței aerului, la 11 km.

Obuzul descris în roman dispune în momentul părăsirii atmosferei de o viteză destul de mare pentru a putea zbura în Lună.

Așa descrie romancierul întâmplările. Dar ce spune fizicianul despre toate acestea? Proiectul lui Jules Verne este vulnerabil în multe puncte. În primul rând, viteza maximă a unui obuz tras dintr-un tun încărcat cu fulmicoton nu poate depăși 3 km pe secundă. Apoi, marele scriitor nu a luat în seamă nici rezistența aerului, care, la o viteză atât de uriașă, devine extrem de mare și schimbă complet condițiunile zborului. În fine, pasagerii se află în cel mai mare pericol. Și nu atât în



Zborul în Lună.

timpul zborului de la pământ spre Lună! Căci, dacă reușesc să rămână în viață pînă în clipa cînd părăsesc gura tunului, ei nu mai au de ce să se teamă în restul călătoriei! Viteza extraordinară cu care călătorii din cabină ar goni spre adîncurile Universului ar fi tot atît de inofensivă pentru ei, cum este pentru locuitorii pămîntului viteza și mai mare, cu care globul pămîntesc se învîrtește în jurul soarelui.

Clipele cele mai periculoase pentru pasageri ar fi acele cîteva fracțiuni de secundă în care proiectilul parcurge țeava tunului. Căci în acest timp, extrem de redus, viteza imensului obuz ar crește de la 0 la 16 km pe secundă. Această schimbare de viteză face ca asupra corpului în mișcare, cum și asupra corpurilor omenești aflate în cabină, să acționeze o forță de 60 000 ori mai mare decît greutatea lor proprie. Sub efectul unei asemenea forțe uriașe, corpurile ar fi strivite într-o clipă. Pălăria unuia dintre călători, de exemplu, ar căpăta, în momentul pornirii, o greutate de 15 tone, adică bietul om s-ar trezi cu un vagon de marfă pe cap!

Jules Verne, care nu a fost numai un bun cunoscător al progresului tehnic din epoca sa, ci a prevăzut multe descoperiri în evoluția tehnicii viitoare, descrie, bineînțeles, în romanul său, și metodele folosite de călătorii proiectilului spre Lună, cu care ei încearcă să reducă presiunea uriașă ce îi apasă.

Cei care citesc acest roman minunat, să se gîndească însă dacă metodele descrise ar putea da rezultatele dorite, în lumina stadiului actual al fizicii.

ATRACȚIA MOLECULELOR

O casă pe care poți s-o dărimi cu piciorul

În fața casei noastre se află un șantier de construcții. Copiii privesc cu jind cărămizile depozitate pe stradă: „Ce bine ar fi să facem și noi o căsuță cu ele! Nu e mare lucru să punem cărămizile una peste alta. Acoperim totul cu ceva, lăsam un gol pentru ușă și ne băgăm înăuntru cînd plouă sau cînd arde soarele prea tare“!

Din fericire, copiii nu își pun în aplicare planul, căci s-ar putea produce o mare nenorocire.

Casa visată s-ar dărîma repede!

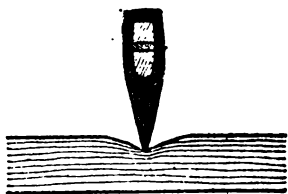
O lovitură-două de picior dinafară, sau cîteva mișcări mai puternice în interior, și cărămizile s-ar prăbuși peste „locatari“.

Și totuși, părțile din care sînt constituite corpurile — moleculele — ar forma o astfel de casă, dacă între ele nu ar exista o forță de coeziune, care să le lege, cum leagă mortarul cărămizile.

Am arătat, de altfel, că această forță de coeziune este motivul pentru care nu putem face dintr-un ou spart un ou întreg.

Legătura foarte strînsă de care vorbim nu are însă efect, decît dacă moleculele sînt foarte apropiate. Putem demonstra aceasta prin următoarea experiență:

Rupem în două o bucată de ceară roșie și încercăm apoi să lipim bucățile la loc. Degeaba le vom îndesa una în alta.



Ele rămîn tot separate, cînd încetează apăsarea mîinilor noastre. Așadar, forța de coeziune, care ținea mai înainte ceara într-o singură bucată solidă, nu mai acționează asupra celor două jumătăți. Prin apăsarea mîinilor nu mai putem aduce, destul de aproape, particulele de ceară. Dar treaba se rezolvă imediat, dacă topim ușor, la flacăra unui chibrit, capetele bucăților, și le îndesăm apoi una peste cealaltă. Ceara devenind fluidă, în urma căldurii, moleculele se pot apropia suficient; forța de coeziune acționează asupra lor și cele două bucăți se lipesc.

Toporul nu poate crăpa lemnul în direcție perpendiculară pe fibre, dar în lungul fibrelor, îl crapă destul de ușor.

Cum tăiem mai bine lemnele

Poate că nimănui nu i-ar trece prin gînd să taie o scîndură cu toporul, cruciș; pentru noi este de la sine înțeles că lemnele pot fi crăpate numai în lung. De ce oare?

Firește, din cauza forței de coeziune! Părțile lemnelor sînt mai strîns lipite între ele în direcția longitudinală a fibrelor, decît în celelalte direcții, și de aceea forța de coeziune între ele, în această direcție, este mai mare. Așa fiind, ele rezistă puternic oricărei încercări de a le despărți.

Cei mai mulți știu că obiectele de sticlă se confecționează prin suflarea sticlei lichide, topite. Dacă lăsăm să cadă o picătură de sticlă lichidă în apă rece, ea se solidifică. Rupînd însă codița acestei „perle“, picătura de sticlă se desface într-o clipă în particule minuscule, adică „se face praf“. Picăturile de sticlă cu care se poate efectua această „scamatorie“ de efect se numesc „perle din sticlă de Bologna“. Care este explicația comportării atît de ciudate a acestor perle?

Particulele picăturii nu sînt așezate în mod uniform. Din cauza răcirii brusce, la căderea în apă, cele exterioare se răcesc mai repede și decise solidifică înaintea celor din interior. Răcindu-se pe loc, ele nu mai au timp să se strîngă între ele, ca cele din interior.

În picătură rămîn deci tensiuni interne între particulele din exterior, mai rare, și cele din interior, mai dense.

Aceasta nu ar avea nici o importanță atîta timp cît suprafața exterioară rămîne neatinsă, deoarece stratul de deasupra se menține neînterupt.

Dar în momentul în care tulburăm cît de puțin continuitatea suprafeței. întreaga picătură de sticlă se face praf.



Perlă din sticlă de Bologna.

De ce se lipesc de noi hainele ude?

Forța de coeziune nu acționează numai între moleculele aceluiasi material — ca în exemplul nostru cu coaja de ou — ci și între particulele diferitelor corpuri. Ea variază de la material la material, ceea ce explică multe fenomene interesante.

Cînd picăturile de ploaie cad din nori, sub efectul forței de atracție a pămîntului, ne-am putea aștepta ca fiecare strop să curgă mai departe, spre pămînt, și să nu rămînă pe hainele noastre. Pămîntul atrage doar fiecare picătură de apă în parte, și hainele noastre ar trebui să rămînă uscate, chiar dacă nu avem umbrelă.

Moleculele de apă aderă însă cu o forță relativ mare, la hainele noastre, dar nu toate, ci numai acelea care se apropie suficient de îmbrăcăminte. Forța de atracție a pămîntului absoarbe, desigur, marea majoritate a picăturilor de ploaie, însă cele care vin în contact direct cu îmbrăcăminte noastră rămîn pe ea. Forța lor de adeziune este într-adevăr mai mare — în acest caz — față de haine decît față de pămînt.

Pentru același motiv, dacă băgăm mîna într-un vas cu apă și apoi o scoatem, o parte din picături cad înapoi în vas, iar altă parte — și anume acelea care au fost mai apropiate de pielea noastră — rămîn lipite de ea, cu toate că greutatea lor proprie le trage în jos.

Cînd răsfoim o carte, umezim involuntar vîrfurile degetului. În acest caz, umiditatea de pe deget se lipește și de vîrfurile degetului și de fila cărții, așa încît hîrtia se mișcă după direcția degetului nostru. Desigur că ne întrebăm care e cauza acestei adeziuni a apei?

Să facem o experiență: suprapuneți două plăcuțe de sticlă umedă și încercați apoi să le separați. Veți constata că e foarte greu, deoarece plăcuțele umede de sticlă s-au lipit puternic. Ce s-a întîmplat aici?

Potrivit simțurilor noastre, gemulețele au suprafețe extrem de netede și uniforme. Noi știm însă că suprafața lor cuprinde nenumărate mici asperități. Ei bine, apa se strecoară printre moviile și umple văile minuscule, făcând astfel ca particulele să se poată apropia foarte mult între ele, și forța de coeziune care strânge moleculele să se poată și ea manifesta.

Coeziunea este deci aceea care lipește atât de strâns plăcile umede de sticlă! Această proprietate a moleculelor este folosită în scopuri industriale: pe ea se bazează tencuirea, lipirea, zugrăvitul, vopsitul etc.

Dintre toate lichidele, numai la mercur nu se manifestă de loc această forță de coeziune. Dacă introducem degetul într-un pahar cu mercur, îl scoatem absolut uscat. Mercurul nici nu aderă, nici nu se „lipește“.

Mai trebuie să reținem că între grăsime și apă nu se manifestă aproape nici un fel de forță de coeziune, și de aceea picăturile de apă nu se lipesc de o mână unsuroasă.

De ce au cănila „cioc“?

Să turnăm lapte, apă sau vin, dintr-un pahar într-altul. Nimic mai ușor! Dar vai! lichidul se prelinge de-a lungul pereților paharului din care am vrut să turnăm.

La început, mai ales, fața de masă albă ca neaua, sau chiar masa lustruită, sînt în pericol! Mai tîrziu, lichidul se varsă fără nici o greutate dintr-un pahar în celălalt. Motivul trebuie căutat tot în forța de coeziune dintre lichid și sticlă.

Astfel, peretele paharului atrage primele particule de apă care îl părăsesc. Din cauza acestei atracții, particulele de apă nu urmează mișcarea inițială de la un pahar la altul, ci se rostogolesc de-a lungul peretelui vasului, în jos. Dacă vrem să evităm un asemenea accident, trebuie să vărsăm lichidul în așa fel, încît toate particulele să ajungă destul de departe

de peretele exterior al primului pahar: în acest caz, forța de adeziune nu se mai manifestă!

Ne dăm ușor seama pentru ce sînt făcute ciocul și colțurile cănilor de apă: pentru ca picăturile lichidului pe care-l turnăm să capete o viteză perpendiculară față de peretele exterior al vasului și să se îndepărteze de el.

Liniile „invizibile“

Trageți cu degetul, pe un geam, linii imaginare: nu se vede nimic! Aburiți acum geamul, suflînd ușor pe el: liniile au apărut și se văd perfect! Cum se explică asta?

Pielea degetelor noastre este în permanență acoperită cu un strat foarte subțire de grăsime. Cînd apăsăm cu vîrf de deget pe geam, de-a lungul liniilor trasate se lipește puțină grăsime.

Acest strat unsuros împiedică vaporii de apă din respirația noastră să adere pe sticlă, în timp ce restul suprafeței se aburește. Astfel pe geam vor apare dintr-o dată linii lucioase pe un fond mat.

Suprafața apei e orizontală?

Dacă privim mai bine, constatăm că nu e! Apa urcă puțin de-a lungul pereților paharului, așa că suprafața ei nu este orizontală, ci concavă. Fenomenul se explică prin faptul că adeziunea între peretele paharului și apă este mai mare decît forța de coeziune moleculară a apei. Această forță mai mare trage în sus apa de lîngă pereți.

Într-un pahar de aceeași formă, suprafața mercurului va fi convexă, deoarece forța de adeziune între sticlă și mercur este mai mică decît coeziunea moleculară a mercurului. Fiind mai puternică, aceasta din urmă silește suprafața mercurului să stea bombată.

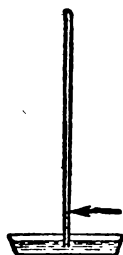
Dar și suprafața mercurului poate să fie concavă. Dacă turnăm mercurul într-un vas de zinc, în locul vasului de sticlă, vom vedea că forța de adeziune dintre zinc și mercur este mai mare decât forța de coeziune a moleculelor de mercur. Dacă introducem vertical o țeavă foarte subțire într-o tavă umplută cu apă, apa va avea un nivel mult mai ridicat în țeavă decât în tavă. Forța de adeziune despre care am vorbit



Apa se ridică puțin în sus, de-alungul pereților paharului



... în schimb mercurul coboară lângă pereți.



Apa are un nivel mai înalt în tubul capilar, decât în tavă.

o trage mai sus. Diferența de nivel se vede cu atât mai bine, cu cât tubul este mai subțire.

Tuburile foarte subțiri se numesc tuburi capilare, iar fenomenul se cheamă capilaritate.

Marele fizician maghiar Eötvös Loránd s-a ocupat foarte mult și cu problema capilarității, obținând și în acest domeniu însemnate succese teoretice și practice.

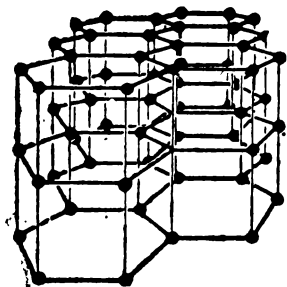
El a creat un mijloc nou, important pentru chimie și chimie fizică, de determinare a componenței chimice a lichidelor.

De asemenea, el a elaborat o metodă prin care se poate stabili greutatea moleculară a lichidelor.

Prin descoperirea acestei legi, care îi poartă numele, marele fizician și-a înscris numele în istoria științei.

De ce ștergem mai greu cerneala decât creionul?

Documentele importante și certificatele nu se iscălesc cu creionul, ci cu cerneală. E și firesc, deoarece semnătura cu creionul se poate îndepărta relativ ușor și în locul ei se



Structura cristalului de grafit.

poate scrie alta. Să vedem, așadar, ce se întâmplă când scriem cu cerneală și când scriem cu creionul.

Mina de creion este din grafit. Grafitul e format din atomi de carbon, legați între ei în exagoane regulate, la fel ca fagurii de miere. Planurile exagoanelor sînt suprapuse paralel. Distanța între planurile învecinate suprapuse este mai mare decât între atomii de pe același plan și astfel puterea de atracție între

straturi este mai mică decât în interiorul lor. Rezultatul este că diferitele straturi se separă ușor, iar particulele mici, rupte din ele, se lipesc de hîrtie. Când ștergem, cu guma nu facem altceva decât să măturăm de pe hîrtie granulele de grafit care s-au lipit de ea. Nu este o muncă grea deoarece granulele de grafit stau numai pe suprafața hîrtiei. Putem să ne convingem de aceasta, dacă tragem cu degetul peste o hîrtie pe care s-a scris cu creionul: hîrtia se va murdări.

În schimb, când scriem cu cerneală, aceasta se infiltrează în hîrtie, iar o bună parte din lichidul rămas la suprafață se evaporă. Dacă vrem să ștergem cerneala uscată folosind o gumă obișnuită, adesea găurim hîrtia.

Este lucru știut că nu pe orice hîrtie se poate scrie la fel de bine. Sugativa, de exemplu, nu se pretează la scris, deoarece conține prea multe tuburi capilare goale și cerneala se întinde prin ea.

PROPRIETĂȚILE LICHIDELOR**Marea în care poate înota oricine**

Acolo unde se întîlnesc munții Matra și Bükk, între niște minunate coline, se află una din cele mai prețioase comori naturale ale Ungariei: izvorul cald și sărat de la Bükkszeg. Apa lui este captată și condusă într-un bazin. Bolnavii mai ales vin aici, pentru vindecarea suferințelor lor, dar există și un bazin mare de înot, în care oricine se poate distra. Celor care înoată în bazin li se pare curios cît de ușor se pot menține la suprafață. Înotînd și jucîndu-ne, ne gîndim fără să vrem la acest fenomen. Atunci, ne aducem aminte de Arhimede și căutăm să rezolvăm problema pornind de la legea lui! Întrucît greutatea corpului nostru este aceeași și în lacul Balaton, ca și în bazinul de la Bükkszeg, este evident că trebuie să căutăm explicația studiind proprietățile apei. Într-adevăr, apa izvorului de la Bükkszeg conține — după cum am spus — o cantitate foarte mare de sare și de aceea apa aceasta este mult mai grea, mai densă, decît așa-numita apă dulce. Iată de ce corpul omenesc se menține atît de ușor la suprafața ei.

Constatăm același lucru și atunci cînd înotăm în apa mării, deoarece apa tuturor mărilor este sărată. Apa celor

mai multe oceane conține 2—3% sare, dar există și mări al căror conținut procentual de sare este mult mai mare. De pildă, Marea Moartă conține 27% sare, ceea ce înseamnă că a 4-a parte din ea este formată din sare dizolvată! Evident, în această mare poate înota oricine!

În navigație, trebuie să se țină seama în mare măsură de diferențele conținutului de sare al mărilor. Corpul vaporului se afundă mai puțin într-o mare mai sărată, decît în cele cu mai puțină sare.

12. O întrebare și despre înot

De ce se îneacă omul în apă cînd nu înoată și de ce se poate menține la suprafața apei cînd face anumite mișcări?

Spărgătoarele de gheață în acțiune!

Cu cîteva decenii în urmă ar fi fost de neînchipuit ca pe Oceanul Înghețat de Nord — care este acoperit în cea mai mare parte a anului cu o adevărată carapace de gheață — să se desfășoare un trafic naval regulat! Astăzi, flota sovietică a rezolvat această problemă, cu ajutorul unor nave uriașe — spărgătoarele de gheață. Spărgătoarele sovietice de gheață, cu renume mondial — ca, de exemplu, Krasin — pot sfărîma straturi de gheață groase de cîtiva metri.

Cum funcționează acești coloși de fier?

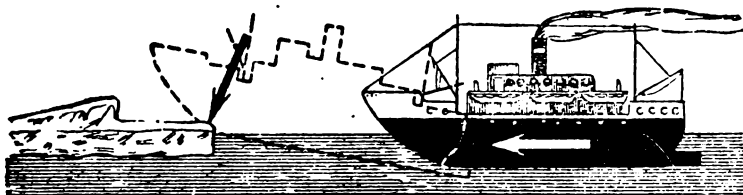
Să nu vă închipuiți că spărgătorul spintecă gheața introducînd prova vaporului, cu mare presiune, ca o pană, între banchizele de gheață! Astfel lucrează numai vapoarele spintecătoare de gheață. De altfel, în felul acesta se pot spinteca numai straturile subțiri de gheață.

Spărgătoarele de mare capacitate lucrează altfel. Mașini puternice împing prova vaporului pe suprafața banchizelor. Ieșind din apă, dispare pierderea de greutate a provei, care

astfel apasă cu toată greutatea — de mai multe sute de tone — pe gheață.

Pentru a fi și mai grea, prova are în interior rezervoare, în care se pompează apă.

Prin această metodă se pot sparge straturi de gheață groase de cel mult o jumătate de metru.



Spărgătorul sfărâmă sloiurile de gheață, prin greutatea sa.

Straturile mai groase se pot sparge în felul următor: spărgătorul de gheață mai întâi se retrage, își ia avânt și se lovește apoi cu mare putere de marginea banchizei, așa cum fac berbecii de spart ziduri. Operația se repetă pînă ce sfărîmarea gheții a reușit.

Sarcina nu revine însă numai greutateii vaporului. Mai este ceva. Spargerea se datorește și energiei cinetice (de mișcare) a vaporului, care crește considerabil o dată cu viteza lui. Vaporul are aici rolul unui topor uriaș.

Vapoare scufundate

În romanul său: „*Douăzeci de mii de leghe sub mări*“, Jules Verne descrie peripețiile unui vapor scufundat, care plutește totuși nemișcat în apă. Este acest lucru posibil? Indiscutabil, există experiențe care par a susține teza lui Verne.

Știm că în fundul mării, presiunea apei are o putere uriașă. S-ar putea deci presupune că la o adîncime de 10 km sub nivelul mării, presiunea extrem de puternică comprimă apa într-așa măsură, încît densitatea ei se dublează!

Pentru a putea decide însă în această problemă, trebuie să cunoaştem mai întâi mărimea presiunii şi comportarea apei la o presiune atît de mare.

Pe suprafaţa unui corp scufundat în apă la o adîncime de 10 m, apa exercită o presiune de 1 kg pe fiecare centimetru patrat. La o adîncime de 10 km, această presiune creşte la 1 000 kg pe centimetru patrat, ceea ce reprezintă într-adevăr o forţă extraordinară!

Experienţele arată, pe de altă parte, că, sub efectul presiunii unei greutate de 1 kg, volumul apei scade cu numai a 22 000-a parte.

Comprimarea este aproximativ uniformă cînd presiunea creşte. În consecinţă, la presiunea de 1 000 kg, apa şi-ar reduce volumul cu 1 000/22 000-a parte. Valoarea acestei fracţiuni este mai mică decît $1/20$, ceea ce ar însemna că sub efectul unei presiuni de 1 000 kg, apa ar deveni cu numai 5% mai densă.

Deci apa, care în mod normal are densitatea 1, ar căpăta densitatea de 1,05, şi vaporul, avînd o densitate de 7 sau 8, nu ar mai putea să rămînă suspendat în ea.

S-ar putea obiecta: cum este totuşi posibil că vapoarele metalice de mare greutate pot să plutească pe apă? Aci e altceva.

În corpul vaporului există multe goluri umplute cu aer, şi astfel el deplasează mai multă apă de cît greutatea sa proprie! S-ar putea întîmpla ca într-o zi vaporul să fie aşa de deteriorat, încît intrarea golurilor umplute cu aer să se astupe şi apa să nu mai poată pătrunde acolo. Dar nici în acest caz epava vaporului nu poate să rămînă suspendată între suprafaţa şi fundul apei mării, ci ea va pluti cu chila în sus, pe suprafaţa mării.

Nu există deci vapoare „liber suspendate în apă“, ci numai vapoare care plutesc la suprafaţa apei, sau care se dau cu totul la fund.

Într-un pahar umplut pînă la refuz cu apă plutește o bucată de gheață. Cîtă apă se varsă din pahar cînd se topește gheața complet?

Submarine

Am afirmat mai înainte că vapoarele nu pot sta decît la suprafața sau la fundul mării. Faptul că există submarine pare să contrazică afirmația noastră.

Interesant: submarinul — astăzi mijloc consacrat de comunicație — s-a născut întîi în imaginația scriitorilor, dar apoi realitatea a depășit cu mult închipuirea lor.

În romanul „*Douăzeci de mii de leghe sub mări*“, Jules Verne vorbește despre submarinul „*Nautilus*“. Acest submersibil a rămas timp de 48 ore încontinuu sub apă! Desigur, submarinele de astăzi pot rămîne sub apă chiar și 120 de ore.

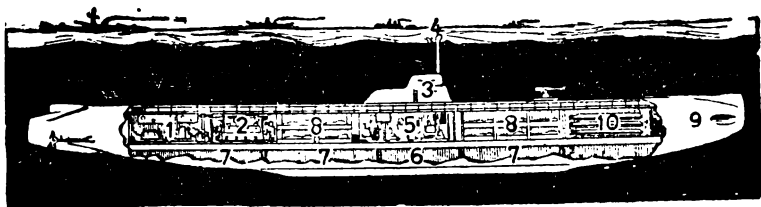
Scriitorul se lasă cîteodată mult antrenat de fantezia sa. Verne susține că vasul căpitanului Nemo a coborît la o adîncime de 10 km și o dată chiar la 16 km.

„*Am simțit cum trepidează chiurasa de oțel, barele se încovoiază, pereții gem, geamul salonului pare să se îndoie sub presiunea apei! Iar mașinăria puternică s-ar fi sfărîmat cu siguranță și ea, dacă nu ar fi putut rezista presiunii — după cum spune căpitanul Nemo — ca un singur bloc compact!*“

Pericolul ar fi existat într-adevăr, dacă ar fi existat și marea cea adîncă, de 16 km! La această adîncime presiunea apei ar fi de 1 600 kg pe fiecare centimetru patrat, adică de 1 600 de atmosfere tehnice. O forță atît de mare nu strivește oțelul, totuși construcția lui Nemo s-ar fi turtit serios!

Oceanografia a stabilit cu precizie că cea mai mare adîncime cunoscută este de 11 km. Pe vremea lui Jules Verne,

(romanul a fost scris în 1869), mijloacele folosite pentru determinarea adîncimii mării erau încă neprecise: pentru măsurarea ei nu se folosea cablul de oțel, ci o frînghie de cînepă cu greutate, care era expusă cu atît mai mult frecării apei, cu cît se scufunda mai adînc. La o adîncime mare, frecarea



Submarin: 1 — electromotoare pentru mersul sub apă; 2 — motoare cu combustie internă pentru mersul la suprafață; 3 — turela comandantului; 4 — periscop; 5 — cabina centrală de comandă; 6 — acumulatori; 7 — rezervoare de apă pentru balast; 8 — cabine de locuit; 9 — țevi pentru lansarea torpilelor; 10 — magazia cu torpile.

era atît de accentuată, încît greutatea de plumb nu se mai scufunda, iar frînghia de cînepă se încîlcea și da astfel impresia unor adîncimi extraordinare.

Submarinele de astăzi rezistă la o presiune de cel mult 14 atmosfere, și aceasta limitează adîncimea maximă de scufundare la 140 m.

Submarinul nu se lasă pînă la fundul apei. El apare din cînd în cînd la suprafață și apoi coboară iarăși sub apă. Așadar, trebuie să fie uneori mai ușor ca apa și altădată mai greu ca ea.

Acest lucru se realizează cu ajutorul unor camere umplute cu aer, în care, la nevoie, introducem apă. Astfel se dirijează ridicarea și scufundarea.

Cînd trebuie să apară la suprafață, camerele se umplu cu aer comprimat, care evacuează apa, și astfel vasul devine

mai ușor. Când lăsăm apa să reîntre în camere, capacele se închid ermetic și submarinul dispare în jos.

Desigur, constructorii submarinelor au avut în vedere înotul peștilor. Peștii pot înota și la suprafața apei și la adâncimi diferite. Academia de Științe din Florența a dat, în secolul al XVII-lea, o explicație cu privire la înotul peștilor, arătând că atunci când peștele vrea să se ridice mai la suprafață, el își umflă bășica plutitoare cu aer. Astfel volumul corpului său crește și peștele urcă.

În schimb dacă vrea să se dea la fund, peștele comprimă bășica și astfel volumul său scade, o dată cu greutatea apei deplasată prin corpul său.

Această explicație a fost acceptată timp de peste 200 de ani și prescrisă în toate manualele școlare. Cercetări mai recente au arătat însă că teoria este greșită. Astăzi noi știm bine cum urcă sau coboară peștii.

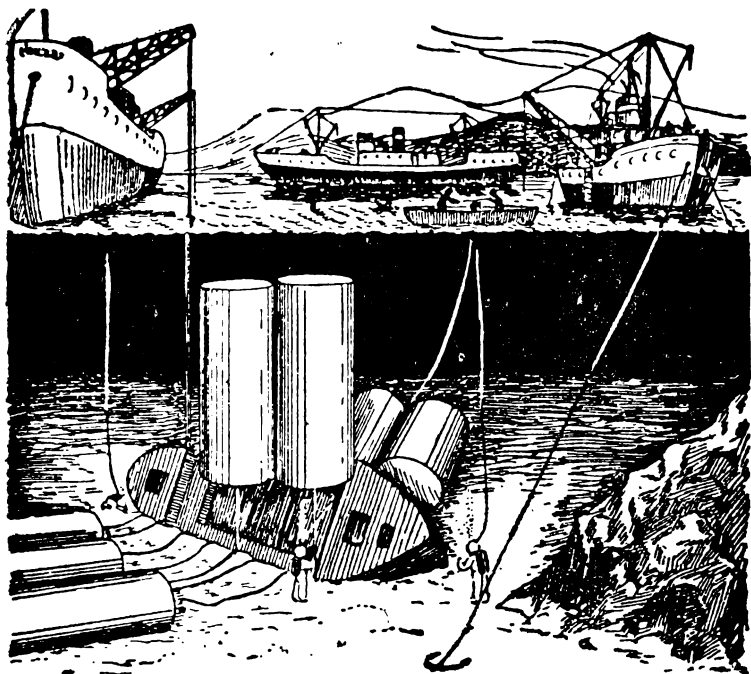
Peștele începe scufundarea prin mișcarea aripioarelor. Pe măsură ce se scufundă, presiunea apei care apasă asupra lui crește și comprimă corpul peștelui. Rolul bășicii este doar de a permite comprimarea.

Greutatea apei deplasate devine atunci mai mică decât greutatea corpului, așa încît peștele se scufundă tot mai repede. Invers se întîmplă însă cînd peștele vrea să treacă în stratul de apă superior, bătînd din aripioare, ca și mai înainte.

Presiunea exterioară asupra corpului său începe atunci să scadă, bășica se dilată, corpul se mărește și deplasează tot mai multă apă, așa încît și urcarea se accelerează.

De aici rezultă clar că peștele nu are posibilitatea să-și umfle sau să-și comprime în mod voit bășica. Acest lucru este cu atît mai puțin posibil, cu cît pereții bășicii nici nu au fibre musculare, așa că ei nu pot acționa în nici un fel. Schimbarea volumului bășicii se face sub efectul presiunii exterioare a apei, în creștere sau în descreștere.

În anul 1916 s-a scufundat în Marea Albă marele spărgător de gheață „Sadko“. Vaporul a zăcut timp de 17 ani pe fundul mării, pînă în 1933, cînd a fost scos la suprafață și pus din



Scoaterea unei epave.

nou în funcțiune. Salvarea lui s-a bazat pe cunoașterea legilor fizicii și aplicarea lor conștientă. Scafandrii au săpat în solul fundului mării, sub corpul vaporului scufundat, 12 tuneluri, trecînd prin fiecare tunel cîte un cablu de oțel extrem de puternic, pe care l-au fixat de niște pontoane scufundate. Toată operația a fost efectuată la o adîncime de 25 m sub nivelul mării.

Pontoanele aveau o formă cilindrică, cu lungimea de 11 m și diametrul de 5,1 m. Ele erau confecționate din table de oțel, bine tanșate. Greutatea unui ponton gol era de 50 tone, iar capacitatea lui, de 250 m. c.

Este evident că un asemenea cilindru plutește pe apă cînd este gol, deoarece deplasează 250 tone de apă, în timp ce greutatea sa este de numai 50 tone. Capacitatea de ridicare a fiecărui ponton era deci egală cu 200 tone.

Pentru ca pontonul să rămînă însă la fundul apei, el era umplut cu apă.

După ce cele 12 cabluri de oțel au fost fixate solid, cu capetele lor, de pontoanele scufundate, cilindrii au fost umpluți cu aer comprimat, prin niște tuburi de cauciuc.

La o presiune de 3,5 atmosfere, acești cilindri, eliberați de balastul lor, au început să se ridice cu mare putere în sus.

Dacă apa ar fi fost evacuată complet din pontoane, forța lor de ridicare ar fi fost de 200×12 , adică 2 400 tone, ceea ce însemna mai mult decît greutatea vaporului scufundat. De aceea, aerul din pontoane a fost îndepărtat numai în parte, pentru ca scoaterea vasului la suprafață să se facă treptat.

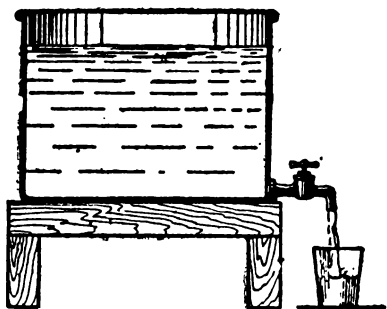
14. Căutați dopul!

Ce se întîmplă dacă lăsăm, cu o sfoară, în fundul mării, o sticlă acoperită cu dop, după ce am pus în ea cîteva pietricele sau bucăți de plumb, ca să fie mai grea? Ce constatăm cînd o scoatem de-acolo?

Cu ce viteză se scurge lichidul printr-o țeavă?

În vasul reprezentat în figură încap 30 de pahare de apă. Să facem o experiență simplă. Să așezăm sub robinetul vasului un pahar și să determinăm, cu ceasul în mînă, timpul necesar ca paharul să se umple. Să presupunem că s-a umplut

în 30 secunde. Întrebarea este următoarea: în cât timp se golește vasul complet, dacă lăsăm robinetul deschis? Nu se poate o problemă mai simplă! Dacă un pahar de apă se



Pe măsură ce rezervorul se golește, paharul se umple tot mai încet.

scurge într-o jumătate de minut, 30 de pahare se vor scurge, evident, în 15 minute! Efectuînd însă {complet experiența, constatăm, spre marea noastră surprindere, că nu ajunge, așa cum ne-am așteptat, un sfert de ceas pentru golirea vasului... ci o jumătate de oră! Unde este greșeala?

În calculul nostru s-a strecurat o eroare, cînd am presupus că viteza de scurgere va rămîne tot timpul constantă. Cînd primul pahar de apă se scurge din vas, nivelul apei din acesta scade și de aceea șuvoiul se scurge cu o presiune tot mai mică. Pentru umplerea celui de al doilea pahar va fi deci nevoie de mai mult de 30 secunde, iar pentru al treilea este necesar un timp și mai mare! Știm cu toții că o piatră care cade de la mare înălțime, atinge pămîntul cu o viteză cu atît mai mare, cu cît a căzut mai de sus. Renumitul fizician italian Torricelli, discipolul lui Galilei, a constatat că apa se scurge dintr-o țeavă cu viteza cu care ar cădea liber de la înălțimea nivelului lichidului din vas. Adică exact ca piatra căzută de la înălțime.

Calculule exacte și totuși greșite!

Din nici o colecție de probleme, de aritmetică sau algebră, nu lipsește cîte un exemplu de acest fel:

„Un bazin e prevăzut cu două conducte. Prin prima conductă putem umple bazinul gol în decurs de 5 ore, prin con-

ducta a doua putem goli bazinul plin în decurs de 10 ore. În câte ore se umple bazinul gol, dacă deschidem în același timp ambele robinete?”

De 2 000 de ani se rezolvă asemenea probleme și totdeauna în mod greșit. De ce am spus „greșit”, rezultă clar din cele arătate mai sus. Cum se rezolvă de obicei o asemenea problemă?

Pe baza următorului raționament: conducta întâia umple într-o oră a 5-a parte din bazin, iar prin conducta a 2-a se scurge în același timp a 10-a parte din conținutul bazinului, adică atunci când ambele conducte sînt deschise, bazinul se umple cu diferența dintre $1/5$ și $1/10$, adică

$$\frac{1}{5} - \frac{1}{10} = \frac{2}{10} - \frac{1}{10} = \frac{1}{10},$$

deci $1/10$ parte pe oră.

De aici rezultă că pentru umplerea bazinului este nevoie de 10 ore. Calculul e exact. Și totuși e greșit.

Din faptul că bazinul plin se golește prin a 2-a conductă în decurs de 10 ore, nu putem trage concluzia că, din conținutul bazinului se scurge a 10-a parte într-o oră, deoarece scurgerea are loc cu un nivel de apă ce se schimbă mereu. Deci scurgerea nu este uniformă!

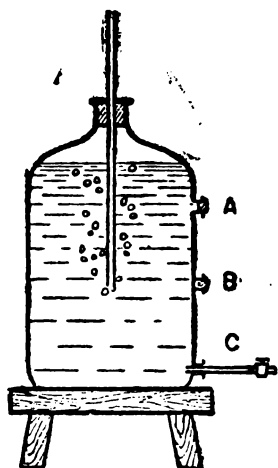
Iar socoteala va fi cu atît mai greșită, dacă scurgerea apei nu începe din bazinul plin!

Probleme de acest fel nu pot fi rezolvate just prin metodele matematicii elementare!

Vasul miraculos

Putem să ne închipuim un vas din care apa se scurge printr-un șuvoi uniform, fără nici o scădere a vitezei, în contradicție cu cele arătate mai sus? Marele fizician francez Mariotte a construit un asemenea vas!

El a introdus o țevă de sticlă prin dopul buteliei cu gît strînt, așa cum vedem în figură. Dacă deschidem robinetul C, lichidul se va scurge într-un șuvoi uniform pînă ce nivelul apei din vas va scădea la capătul inferior al țevii.



Vasul lui Mariotte. În C apa se scurge în mod uniform, în B ea nu se scurge de loc, iar în A aerul exterior pătrunde în vas.

Dacă împingem țeava în jos, pînă aproape de nivelul robinetului, se poate face ca lichidul să se scurgă din vas în mod uniform, deși printr-un șuvoi foarte slab.

Explicația acestui fenomen o găsim dacă examinăm cu atenție ce se întîmplă în vas cînd deschidem robinetul C. Curgînd, firește că nivelul apei scade. Atunci, aerul din exterior pătrunde prin țeava de sticlă sub nivelul apei.

De aci, el se ridică apoi sub forma unor bule la suprafața apei, și se adună în partea superioară a vasului! Pe măsură ce

presiunea scade la suprafața lichidului — tocmai din cauza coborîrii nivelului său — la fund presiunea crește, sub influența aerului pătruns.

La nivelul B, presiunea este perfect egală cu presiunea aerului din exterior.

Din robinetul C apa se scurge numai sub presiunea stratului de apă B—C, deoarece presiunea aerului din exterior este tot atît de mare ca și presiunea interioară, calculată pînă la B.

Dacă introducem robinetul prin dopul aflat la B și lăsăm numai o mică deschizătură, apa nu se mai scurge de loc, de-

oarece presiunea din interior este egală cu cea din exterior, și nimic nu forțează apa să se scurgă!

Iar dacă scoatem dopul A, aflat deasupra capătului inferior al țevii de sticlă, nu numai că apa nu se scurge, dar și aerul din exterior pătrunde în vas. Aceasta se întâmplă pentru că în această porțiune a lui presiunea internă este mai mică decât presiunea aerului din exterior.

EMISFERELE DE MAGDEBURG

Renumita experiență a primarului din Magdeburg

În orașul Regensburg din Germania s-au adunat în Dietă, la 8 mai 1654, împăratul și principii. Multe discuții privitoare la puterea de stat au avut loc la această adunare, dar amănuntele nu mai interesează astăzi pe nimeni. Ceea ce a rămas însă, ca o realitate vie, este experiența prezentată de primarul orașului Magdeburg, Otto von Guericke.

Locuitorii orașului Regensburg, în frunte cu împăratul, au asistat la această demonstrație.

Pe vremea aceea nu se cunoșteau încă proprietățile aerului și nu se credea că există vid. Se spunea că natura „are oroare de vid“.

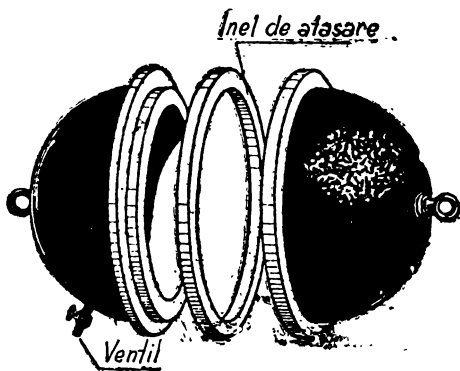
Guericke a construit prima pompă de extras aerul, cu care a executat numeroase experiențe, printre altele și experiența cu emisferele de Magdeburg. Iată ce ne spune el însuși: *„Am comandat două emisfere de cupru, cu un diametru aproximativ de $\frac{3}{4}$ de cot. Pe una dintre emisfere s-a montat un robinet (sau mai bine zis un ventil, prin care am putut evacua aerul din interiorul sferei), iar la mijlocul fiecăreia am fixat câte un cârlig zdravăn de metal, de care am legat două frînghii*

groase și hamuri pentru cai. După aceea am comandat un inel de piele pe care l-am îmbibat cu ceară dizolvată în terpenină, pentru etanșare. Am introdus acest inel între emisfere și am evacuat repede aerul din ele, cu ajutorul pompei.

Emisferele s-au lipit atât de puternic de inelul de piele, că 15 cai (de fiecare parte câte 8 — n. red.) au tras din răspuțeri și în fine de-abia le-au putut desface. În clipa aceea s-a auzit o pocnitură puternică, de parcă ar fi tras cu tunul! Când aerul pătrunse între ele, emisferele se putură separa cu ușurință!“

Astfel a demonstrat Guericke presiunea aerului. Este adevărat că Torricelli a arătat încă din 1643 că presiunea aerului poate să țină în echilibru o coloană de mercur de 76 cm înălțime, și a reușit să producă vid, printr-o cunoscută experiență. Dar pompa de aer a lui Guericke și emisferele de Magdeburg au avut o importanță și mai mare, deoarece au răsturnat în mod definitiv principiul „ororii față de vid“. Să calculăm însă de ce a fost nevoie tocmai de câte 8 cai pentru separarea celor două emisfere cu vid?

Știm că aerul exercită pe fiecare cm^2 o putere de compresie de 1 kg, și mai știm că 0,67 dintr-un cot este egal cu 37 cm! Suprafața cercului, avînd acest diametru, este de $1\,075\text{ cm}^2$, deci presiunea aerului care apăsă pe fiecare jumătate era de peste 1 000 kg, adică de 1 tonă. Cei 8 cai trebuiau deci să exercite o forță de 1 tonă pentru a învinge presiunea aerului exterior.



Emisferele de Magdeburg.

Am putea crede că 8 cai pot trage cu ușurință o încărcătură de 1 tonă. Dar cînd caii duc o asemenea încărcătură pe o căruță, ei nu trebuie să exercite o forță de 1 tonă, ci trebuie să învingă numai frecarea roților cu axele și cu îmbrăcămintea rutieră.

Aceasta este, la o încărcătură de 1 tonă, numai 50 kg, adică 5% din greutate. De aici rezultă că la o tracțiune cu puterea de 1 tonă corespunde tracțiunea unei căruțe de 20 tone, deoarece 5% din 20 corespunde cu 1 tonă. Iată, dar, ce mare greutate trebuiau să tragă caii primarului de Magdeburg.

Ea corespunde greutății unei locomotive cu aburi de tip mai mic, pe care ar fi trebuit așadar s-o tragă caii! Și unde mai pui că locomotiva n-ar fi fost pusă pe șine!

Pompa pneumatică a lui Guericke era un dispozitiv foarte rudimentar și de aceea în emisfere nici nu s-a putut realiza un vid complet, ci numai un spațiu cu aer rarefiat.

În consecință, presiunea aerului exterior nu era de 1 tonă; presiunea interioară o reducea! Iar dacă presiunea ar fi fost de 1 tonă — 13 cai trebuiau să tragă ca să desfacă emisferele, fiindcă 1 cal trage la pornire, conform experienței, cu o putere de 80 kg.

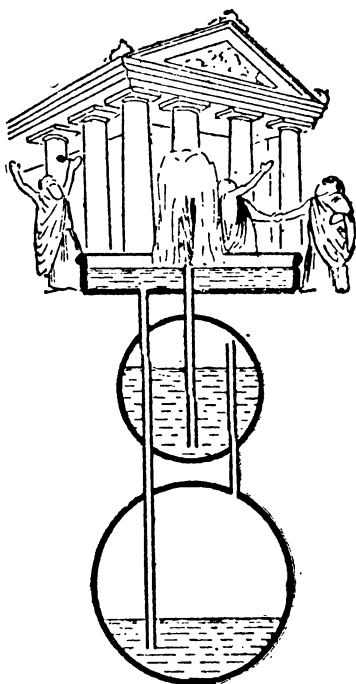
Cum funcționează un joc de apă?

Toți admirăm cu bucurie jocurile de apă din parcurile orașelor, ce clipocesc vioaie, aruncînd în jur puzderie de stropi multicolori. Jocul acesta nu este o invenție a timpurilor de astăzi. Primul a fost construit în antichitate, de fizicianul Heron din Alexandria, iar azi ele se execută pe baza principiului său.

Observăm că în bazin apa rămîne mereu la același nivel. Explicația acestui fapt este că șuvoiul aruncat în sus menține o circulație permanentă cu bazinul, astfel că jocul de

apă se alimentează singur. Bazinul trebuie umplut numai o singură dată.

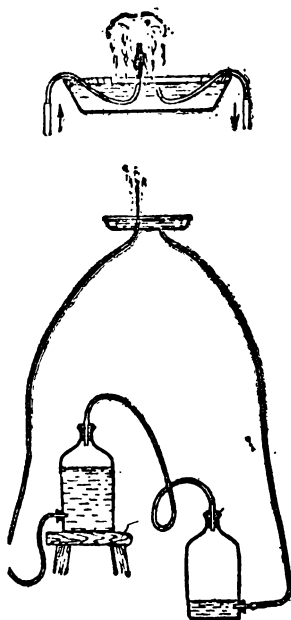
Cum se desfășoară acest proces de circulație a apei? Fântîna lui Heron este formată din 3 vase: unul superior,



Fântîna lui Heron. Apa din bazin se scurge în rezervorul de jos, evacuînd aerul de acolo, și presîndu-l printr-o țevă, în rezervorul din mijloc. Presiunea aerului scoate afară apa și de aici.

deschis, care corespunde bazinului, și două vase de formă sferică, închise ermetic.

Cele 3 vase, așezate așa cum se vede în figură, sînt legate între ele prin 3 tuburi.



Jocul de apă cu alimentare automată. Figura de sus reprezintă o soluție simplă de montare, fără perforarea vasului.

La început, apa se găsește în rezervorul din mijloc, cel inferior fiind umplut cu aer, iar în cel superior există numai puțină apă.

Apa din bazin se scurge în rezervorul inferior și, prin greutatea ei, gonește aerul de acolo, care este presat, prin țeava respectivă, în rezervorul mijlociu. Dar acum, și aici crește presiunea aerului în comparație cu presiunea din exterior, astfel că apa este aruncată în sus! Jocul de apă funcționează perfect.

Aceasta e forma cea mai veche a fântinii lui Heron, care nu are un circuit perfect închis. Funcționarea fântinii încetează atunci când sfera din mijloc se golește, adică după ce toată apa din ea s-a scurs în sfera inferioară.

Oricine poate instala un asemenea joc de apă cu alimentare automată, folosind modelul din figura alăturată. Legăm două sticle de medicamente printr-un tub de cauciuc, cum ne arată figura. Vasul de sus nu va fi perforat, ci tuburile se vor introduce așa cum se vede alăturat. Când apa s-a scurs din vasul mijlociu, inversăm, pur și simplu, cele două sticle de medicamente, schimbînd, bineînțeles, și capetele tubului de cauciuc, și astfel jocul nostru de apă va continua să funcționeze bine.

La jocurile de apă mari, schimbarea se face în mod automat și, în afară de aceasta, trebuie să se asigure presiunea suficientă pentru ca șuvoiul de apă să fie aruncat la înălțimea dorită.

Acest lucru se realizează turnînd mercur în butelia inferioară. Când apa din bazinul superior ajunge deasupra mercurului, acesta este împins în butelia din mijloc, iar apa de aci e aruncată, prin țeavă, la o mare înălțime, și anume, de 10 ori mai mare decît în cazul precedent.

Mercurul este de 13 ori și jumătate mai greu ca apa. Șuvoiul nu ajunge totuși la înălțimea teoretică, din cauza rezistenței aerului.

Ghiciți de ce nu curge vinul prin canaua deschisă a butoiului, cînd el este ermetic închis?

Cana mincinoasă

Pe cînd eram copil, se afla la Budapesta un magazin, denumit Bazarul păcălelilor, în care se puteau cumpăra



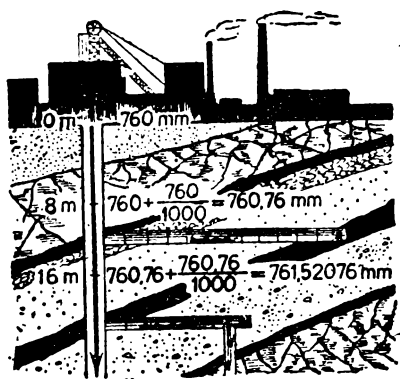
Prin această carafă, apa se suge!

fel de fel de obiecte hazlii, pentru scamatorii. Aici se vindeau și un fel de carafe, care se umpleau cu apă, și cînd voia cineva să bea din ele, băutura se vărsa pe pieptul celui însetat, iar în gură nu-i ajungea nici un strop! „Secretul“ acestei căni nostime erau tăieturile din partea superioară, care aveau aspect decorativ, dar prin care curgea apa. Cine cunoștea secretul căunii, putea să bea foarte bine din ea! Îi închidea cu un deget orificiul de deasupra, o ridica pînă în dreptul buzelor, și, fără să o aplece de loc spre el, sorbea ușor lichidul dintr-un alt orificiu, aflat în mînerul căunii, care comunica printr-un canal cu fundul ei. Tot lichidul se putea urca astfel prin mînerul căunii, curgînd afară, fără să se verse nici un strop.

De ce se varsă lichidul în gura noastră cînd bem?

O călătorie spre centrul pămîntului

Schimbarea de presiune a aerului la suprafața pămîntului produce fenomenele curioase descrise mai sus. Să ne gîndim însă cît de mult variază presiunea aerului cînd pătrundem în interiorul pămîntului!...



Variația presiunii în adîncul pămîntului.

Jules Verne a descris cu fantezia sa bogată o astfel de călătorie. Eroii romanului, un profesor bătrîn și discipolul său, au coborît la o adîncime de 48 km sub nivelul solului. Ei nu au simțit nimic neplăcut, în afară de o oarecare durere în urechi, deși barometrul arăta o presiune foarte mare! Aerul avea o den-

sitate remarcabilă, și sunetul se auzea mult mai puternic. De aceea și-au pus întrebarea la ce adîncime devine oare aerul la fel de dens ca apa?

Ei știau că densitatea aerului la o presiune de o atmosferă este de 0,001293, în timp ce densitatea apei este de 1. Au calculat așadar de cîte ori este mai mare densitatea apei decît aceea a aerului, adică au împărțit 1 la 0,001293. Rezultatul a fost de aproximativ 770.

Eroii lui Verne au tras de aici concluzia că la o presiune de 770 atmosfere densitatea aerului devine egală cu cea a apei.

Pe unul din eroi îl frământa ideea că la o presiune de câteva mii de atmosfere, aerul ar putea să treacă în stare solidă și atunci cu siguranță că nu s-ar mai putea circula, chiar dacă omul ar suporta o presiune atât de mare.

Ce spune fizica la toate acestea?

Multe experiențe demonstrează că presiunea aerului scade dacă ne ridicăm deasupra pământului, și crește sub nivelul solului. Dar în ce proporție oare? De exemplu, la ce adâncime trebuie să pătrundem în interiorul pământului, pentru ca presiunea aerului să fie cu $1/1\,000$ -a parte mai mare decât cea normală?

Știm că presiunea normală a aerului menține în echilibru o coloană de mercur de 760 mm. A mia parte din aceasta înseamnă o coloană de mercur de 0,76 mm înălțime. Cât de înaltă ar trebui să fie o coloană de aer, de aceeași greutate? Evident, ea va trebui să fie de atâtea ori mai mare, de câte ori aerul este mai ușor față de mercur, adică de 10,5 ori.

Dar $0,76 \times 10,5$ fac aproape 8 000 mm, adică 8 m! Trebuie să pătrundem, deci, la 8 m în interiorul pământului, pentru ca presiunea să crească cu $1/1000$ -a parte față de cea normală. Măsurătorile au arătat că dacă ne coborâm cu încă 8 m, presiunea aerului crește cu încă a $1/1000$ -a parte din presiunea anterioară.

Calculînd, pe baza celor de mai sus, ce presiune a aerului au găsit călătorii lui Jules Verne la o adâncime de 48 km, ajungem la rezultatul că presiunea era de 400 atmosfere! Este cu totul de necrezut că, la o presiune atât de mare, călătorii subterani să fi simțit numai o ușoară durere în urechi!

Omul nu poate rezista decât la presiuni de cel mult 3—4 atmosfere.

Jules Verne nu ia însă în seamă acest lucru, deoarece susține că eroii săi au pătruns sub pământ pînă la 120 și chiar 325 km.

Dar să examinăm mai departe peripețiile eroilor lui Verne. Să vedem la ce adâncime presiunea este de 770 atmosfere, astfel ca aerul să poată atinge densitatea apei? După calculul efectuat conform metodei de mai sus, acest fenomen s-ar produce la o adâncime de 53 km.

Rezultatul este însă greșit: densitatea unui gaz, sub o presiune foarte mare, nu crește în aceeași proporție cu presiunea. Pe baza unor rezultate experimentale, s-a constatat că presiunea aerului și densitatea lui variază potrivit tablei de mai jos:

<i>Presiune</i>	<i>Densitate</i>
200 atmosfere	0,190
400 "	0,315
600 "	0,387
1500 "	0,513
1800 "	0,540
2100 "	0,564

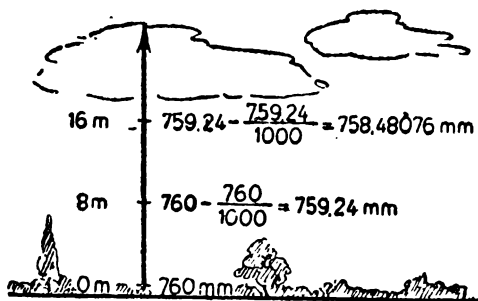
„*Savantul*“ lui Jules Verne s-ar fi căznit mult și bine să ajungă la o adâncime unde aerul să aibă o densitate mai mare decât apa, deoarece aceasta s-ar fi întâmplat numai la 3 000 atmosfere. Iar pentru ca aerul să treacă în stare solidă, este nevoie nu numai de o presiune uriașă, ci și de o răcire extrem de mare. Trebuie să răcim aerul sub — 146°C, pentru ca el să se poată solidifica la acea presiune.

Firește însă că Jules Verne nu putea să raționeze în acest fel, deoarece romanul său a apărut mult înainte de a se fi cunoscut aceste adevăruri.

Și acum, să călătorim prin aer!

Nimeni n-a pătruns încă la o adâncime mai mare de 2 km în interiorul pământului, iar instrumentele speciale de foraj nu au depășit adâncimea de 7 km, deși raza pământului este de 6 400 km. Deasupra solului, cercetători curajoși s-au ridi-

cat însă pînă la 22 km. De aceea, să ne punem întrebarea următoare: cum variază presiunea aerului la înălțimi atît de mari? Această variație este similară cu cea constatată în interiorul pămîntului, cu deosebirea că, atunci cînd ne



Variația presiunii în atmosferă.

ridicăm în aer, presiunea nu crește, ci scade. Se poate preciza — dacă nu ținem seama de variația temperaturii aerului — că la o urcare de 8 m, presiunea aerului scade cu a mia parte din valoarea anterioară.

Deasupra atmosferei, adică la o înălțime de peste 10 km, se află un strat denumit stratosferă. Începînd cu sfîrșitul secolului trecut, numeroși savanți curajoși, care își jertfeau adesea viața, au examinat proprietățile stratosferei. Mai tîrziu s-a reușit să se construiască instrumente care puteau înregistra în mod automat temperatura și presiunea aerului la înălțimi și mai mari.

S-a constatat anume că, la o înălțime de 19 km, presiunea aerului este de 55 mm, iar la 22 km, de 45 mm — deși, potrivit calculelor de mai sus, ea trebuia să fie la o înălțime de 19 km, de 72 mm, iar la 22 km, de 50 mm.

Diferența provine din faptul că temperatura aerului scade cu 6,5°C la fiecare km, pînă la o înălțime de 11 km — unde temperatura ajunge la —56°C. După aceea, temperatura rămîne neschimbată pe o porțiune însemnată.

Cunoscutul poet Petöfi ne arată într-o poezie că actorul Megyeri Károly a sărit atît de mult cu o sticlă de cerneală în buzunar, încît aceasta s-a vărsat, pătînd singura haină, galbenă, a bietului actor ambulant.

Și pasagerii mijloacelor moderne de comunicație riscă același lucru, fără să facă salturi! E de ajuns să aibă un stilou plin cu cerneală, în buzunar, în timp ce zboară cu avionul. Spuneți: de ce se varsă stiloul?

O ciocnire groaznică între vapoare

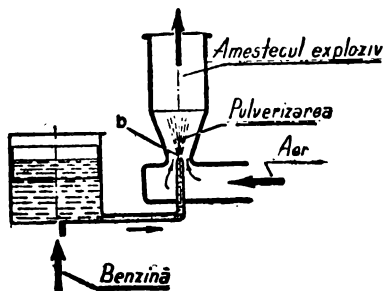
În toamna anului 1912, cel mai mare vapor de pe vremea aceea — transatlanticul „*Olympic*“ — naviga în largul oceanului. Alături de el, la o distanță de numai cîteva sute de metri, înainta cu mare viteză un vapor mult mai mic, crucișătorul „*Hawk*“.

Deodată, s-a întîmplat ceva neașteptat: crucișătorul a deviat brusc din calea sa, ca și cum s-ar fi supus unei puteri nevăzute, și-a îndreptat prova spre marele transatlantic și s-a ciocnit cu el într-un unghi drept! Cu toate eforturile depuse de timonier, prova crucișătorului a pătruns adînc în „*Olympic*“. Ciocnirea a fost atît de puternică, încît crucișătorul „*Hawk*“ a făcut o gaură mare în peretele lateral al transatlanticului.

Tribunalul maritim a dezbătut acest caz neobișnuit. A fost declarat vinovat căpitanul „*Olympicului*“, pentru că — după părerea judecătorilor — el nu a luat nici un fel de măsuri să lase să treacă crucișătorul „*Hawk*“, care se îndreptă cu toată viteza în direcția transversală.

Hotărîrea judecătorească nu a fost însă justă, deoarece nu fusese vorba, pur și simplu, de neglijența căpitanului, ci de o circumstanță cu totul de neprevăzut: atracția reciprocă a navelor! Ea a fost aceea care a provocat accidentul!

Cum se poate explica această atracție? Cel care bănuiește că este vorba de atracția generală a maselor ar greși profund, fiindcă — după cum am văzut — această atracție este extrem de redusă la obiectele pămîntești. Explicația fenomenului o pot da însă legile lichidelor care circulă prin tuburi sau conducte. Și anume, în cazul cînd un lichid circulă printr-o conductă care nu are o secțiune uniformă, lichidul curge mai repede în părțile mai înguste și exercită aci o



Funcționarea carburatorului.

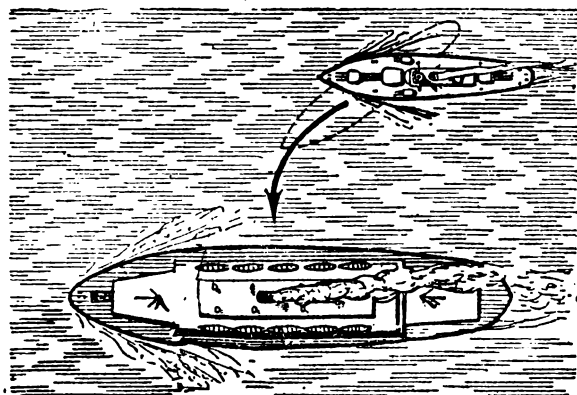
presiune mai redusă asupra pereților conductei decît în locurile mai late, unde curge mai încet, dar presează mai puternic asupra pereților. Acest fenomen se cheamă principiul lui Bernoulli.

Același lucru este valabil și pentru gaze. Dacă suflăm, de exemplu, aer, printr-un tub ascuțit, presiunea poate scădea atît de mult la îngustare, încît aerul să exercite acolo un adevărat efect aspirator. Pe acest principiu se bazează funcționarea carburatorului folosit la automobile. Cînd suflăm în cotul care se vede în figură, presiunea aerului scade în vîrfurile tubulețului b, iar presiunea exterioară împinge lichidul din rezervor și acesta se urcă în țeavă. Cînd iese din țeavă, lichidul ajunge în curentul de aer suflat și se pulverizează.

Trebuie amintit că acest aparat, folosit în lumea întreagă, a fost inventat de inginerul maghiar D. Banky.

Pe baza celor expuse aci, vom putea înțelege și atracția navelor. Cînd două vapoare navighează paralel, între ele se formează un canal. Dar în timp ce la canalele obișnuite pereții sînt ficși și apa se mișcă, aici se întîmplă invers: apa rămîne

nemișcată și pereții se deplasează. Acțiunea forței este însă aceeași. În porțiunile mai înguste ale canalului mobil, apa exercită o presiune mai mică decît în spațiul dinafara navelor, adică apa presează mai puțin asupra pereților alăturați ai navelor, decît asupra pereților exteriori. Astfel, navele sînt



Navele se ciocnesc din cauza presiunii apei din exterior.

atrase prin presiunea apei din exterior, care caută să le apropie. Bineînțeles că vaporul mai mic se deplasează, în timp ce vaporul mai mare rămîne aproape nemișcat.

Această forță de atracție depinde într-o foarte mare măsură și de viteza navelor. Datorită ei se pot întîmpla accidente, dar numai cînd navele circulă cu viteze mari.

O astfel de atracție se poate constata nu numai pe mare. Curentul produs de vapoarele rapide este periculos chiar pentru cei care înoată, sau vîslesc, pe Dunăre! Cine a avut ocazia să înoate sau să meargă cu barca pe Dunăre, a simțit cum vapoarele ce se deplasează cu viteză mare atrag barca sau corpul omenesc. Și această atracție poate deveni foarte periculoasă, dacă omul se apropie prea mult de vapor. Deci, înotători și vîslași, fiți cu băgare de seamă!

Fenomenul descris mai sus are loc însă și pe uscat.

Trenul care gonește cu viteză mare atrage pe cel ce stă în apropierea sa tot în baza aceluiași principiu. Un tren care merge cu o viteză de 50 km pe oră atrage un om cu o forță de aproximativ 8 kg. Așadar, atenție și când vine trenul!

Cîteva cuvinte despre vîrtejuri

Care este explicația valurilor ce pornesc de la prova vapoarelor, cînd ele înaintează spintecînd o apă liniștită? De ce filfiie steagul în vînt? De ce se depune nisipul în formă de valuri pe malul mării? De ce se îngrămădește fumul cînd iese din coșul fabricilor?

Am putea continua încă mult timp cu întrebările. Legile cu privire la circulația lichidelor și gazelor, pe care le-am cunoscut pînă acum, nu ne vor da nici un răspuns. Pentru a putea lămuri aceste pro-

bleme și altele asemănătoare, trebuie neapărat să facem cunoștință cu încă o proprietate a circulației lichidelor și a gazelor, și anume, cu formarea vîrtejurilor.

Să ne închipuim că circulația lichidelor într-un canal se face în modul cel mai simplu, adică fiecare particică se deplasează paralel cu pereții conductei, deși asta se întîmplă extrem de rar. În general, particulele lichidului se mișcă nu numai de-a lungul conductei, ci se și rotesc, pe lîngă pereți, formînd așa-numitele „vîrtejuri“.

Vîrtejurile devin perfect vizibile dacă presărăm praf de aluminiu în lichidul care curge printr-un tub de sticlă. Vîrtejurile care pornesc de la pereții tubului spre interiorul lui



Lichidul nu circulă așa



...ci așa!

apar foarte clar. Mișcarea de turbionare a lichidelor se poate valorifica. Ea se utilizează, de pildă, la construirea antrepozitelor și a instalațiilor frigorifere.

Principiul acestor instalații se bazează pe circulația unui lichid printr-un sistem de conducte, ai căror pereți sînt puternic răciți din exterior. Lichidul se răcește cu atît mai puternic, cu cît sînt mai numeroase particulele sale care vin în contact cu pereții răciți. În acest caz, particulele lichidului lovesc, rînd pe rînd, pereții conductei, ca și cum cineva le-ar tulbura liniștea amestecîndu-le fără încetare.

Și sîngele face o asemenea mișcare de turbionare în venele noastre, pentru a-și putea îndeplini mai bine diferitele sale funcțiuni.

Răspuns la întrebările anterioare

În albiile fluviilor se formează vîrtejuri, la fel ca și în conducte. Particulele apelor curgătoare nu se mișcă numai în direcția curentului apei, ci și transversal. În albie se formează vîrtejuri, care antrenează nisipul fin și ușor formînd „valurile” de nisip. Și marea depune nisipul sub forma unor valuri, pe care le putem vedea pe plajă.

Dar vîrtejurile nu se formează numai în lichide, ci și în aer. Aceste vîrtejuri antrenează praful de pe sol. Cînd aerul formează curenți deasupra apei, presiunea aerului de-a lungul vîrtejurilor nu este uniformă: în unele locuri e mai mare, iar în altele mai mică. Unde presiunea este mai mică, apa se ridică în sus și formează valuri. Așa iau naștere valurile lacurilor și mărilor.

În deșerturile nisipoase se întîmplă la fel: nisipul fin se ridică acolo unde presiunea aerului este mai redusă, dînd naștere valurilor de nisip.

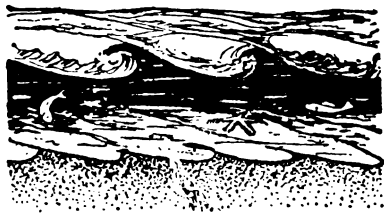
Steagul filfîie ușor sub efectul vîrtejurilor din aer. Măta-sea steagului este antrenată, cînd dintr-o parte, cînd din cea-

laltă, de vârtejuri, care își schimbă mereu locul și care o forțează astfel să facă mișcările de șerpuire, binecunoscute.

Tot vârtejurile provoacă și îngrămădirea fumului care iese din coșurile fabricilor.

Produsele rezultate din ardere capătă în coș o mișcare de turbionare, care continuă și după ieșirea din coș.

Dar să nu vă închipuiți că vârtejurile din aer pot avea numai asemenea efecte mărunte ca, de pildă, fîl-fîitul steagurilor! De-a lun-



Valurile de nisip pe fundul mării.

gul vârtejurilor se manifestă adesea forțe uriașe, care pot provoca distrugeri mari. Citim uneori despre furtuni distrugătoare, uragane care smulg copaci sau acoperișuri de case!

Cînd se formează deasupra acoperișului un vârtej puternic de aer, presiunea scade. Dar presiunea de sub acoperiș rămînînd mai ridicată, diferența de presiune ridică acoperișul. Dacă țiglele nu sînt fixate destul de puternic de șarpantă, furtuna le aruncă jos.

Tot acesta este și motivul pentru care se sparg cîteodată geamurile, cînd e furtună mare. Presiunea interioară e de vină, nu cea dinafară.

Cercetarea turbionării gazelor și lichidelor este unul din capitolele cele mai complicate ale fizicii și un domeniu care nici pe departe nu este explorat. În această ramură dificilă și complicată a științei, o deosebit de valoroasă contribuție a adus marele fizician maghiar, Karman Tódor.

CĂLDURA**De ce răcorește ventilatorul?**

Un tânăr funcționar al Intreprinderii pentru depozitarea și desfacerea motoarelor electrice lucra împreună cu alți trei colegi într-un birou elegant și încăpător. Întreg orașul se încinsese ca un cuptor, sub căldura caniculară de iulie.

Termometrul din cameră arăta 28°C. Cei patru tovarăși de muncă sufereau îngrozitor încă de dimineață. Căldura insuportabilă îi făcea să transpire într-una. La fel se „coceau” și cei din birourile vecine!

Deodată intră magazionerul depozitului și puse pe cîte o masă din fiecare birou un ventilator.

Petne Kovács regretă că ventilatorul răcoritor nu a fost așezat chiar pe biroul său. „Ne-a lucrat!” se gîndiră și ceilalți doi colegi.

Așa să fi fost? Erau ei cu ceva în pierdere?

Cum răcorește ventilatorul? E limpede, de la prima vedere, că el pune în mișcare aerul din jurul său, dar acest fenomen în sine nu explică pe deplin efectul răcoritor. Temperatura aerului camerei este doar — așa s-ar putea crede — pretutindeni aceeași. Acest lucru ar fi în totul adevărat, dacă în cameră

nu s-ar afla și oameni. Corpul omenesc funcționează însă ca o sobă, avînd 36—37°C. El încălzește la aceeași temperatură și aerul cu care vine în contact direct. Fiind mai ușor, aerul cald se ridică încet și se lipește pur și simplu de corpul omenesc. Ventilatorul rupe acest înveliș de aer de pe corpul încălzit și astfel aerul mai rece din cameră poate veni în contact cu pielea. Cîtă vreme încălzește aerul proaspăt care a venit în contact cu el, corpul însuși se răcește — chiar într-o măsură cît de mică.

Dar mai contribuie ceva la mărirea efectului răcoritor: prin pielea noastră se evaporază în permanență — chiar cînd aerul e rece — umiditatea corpului. Pentru evaporare este nevoie de căldură. Aceasta provine din corpul nostru și din straturile de aer cu care el a venit în contact.

Cînd aerul stă nemișcat, evaporarea se produce lent, deoarece stratul de aer lipit de piele se saturează repede cu vapori de apă și evaporarea încetează în aerul saturat cu umiditate!

Dar dacă aerul este în mișcare și pielea vine în contact cu straturi mereu noi de aer, evaporarea se accelerează și devine continuă. Aceasta înseamnă că se produc pierderi mari de căldură, furnizată de corpul nostru.

Petre Kovács a simțit și el, după puțin timp, că bănuiala i-a fost neîntemeiată: ventilatorul a pus în mișcare și aerul cald ce-i învăluia corpul, răcorindu-l și pe el.

18. *Cum să ne îmbrăcăm iarna?*

Asta nu mai trebuie s-o ghiciți, că toată lumea știe! De ce ne încălzește mai bine un pantof larg decît unul strîmt?

De ce este timpul mai „răcoros“ cînd suflă vîntul?

Constatăm foarte des, iarna, că ne este mult mai frig cînd bate vîntul, decît atunci cînd nu suflă nici un pic de vînt. Dar nu oricine știe că termometrul nu arată această diferență!

Dacă ne gîndim puțin la istorioara de mai sus, ne vom putea explica de ce vietăților li se pare timpul mai rece cînd suflă vîntul, deși termometrul, obiectiv, nu justifică acest fenomen!

Fața, și în general corpul, încălzește aerul care vine în contact cu el și degajează astfel căldură.

Cînd nu suflă vîntul, acest strat de aer încălzit, care învăluie corpul, se amestecă foarte încet cu aerul proaspăt. Schimbul se accelerează cînd bate vîntul. Cu cît el bate mai puternic, cu atît mai mare va fi masa de aer care vine în contact cu pielea, și cu atît mai multă va fi căldura degajată de corp.

Răcirea corpului se mai accentuează și prin faptul că prin pielea noastră se evaporază mereu vapori de apă, chiar și pe timp rece, iar evaporarea este însoțită — cum s-a mai arătat — de pierderi de căldură.

Din cele de mai sus rezultă că răcorirea depinde atît de viteza vîntului, cît și de temperatura aerului. În legătură cu aceasta, s-au făcut măsurători foarte interesante: s-a stabilit, de pildă, că atunci cînd temperatura aerului este de 4°C , căldura corpului nostru este de 31°C , dacă vîntul nu suflă. La un vînt care suflă cu o viteză de 2 m pe secundă, pielea se răcește cu 7°C , deși este vorba numai de o briză ușoară, la care aproape nici nu filfîie drapelul, iar frunzele copacilor abia se mișcă.

Dacă ar filfîi drapelul, deci dacă vîntul ar avea o viteză de 6 m pe secundă, pielea noastră s-ar răci la 22°C , adică temperatura ei ar scădea cu 9°C .

Cît de frig ne este, deci, într-o zi de iarnă, depinde nu numai de temperatura aerului, ci și de viteza vîntului. E greu să ne închipuim cum pot suporta oamenii gerurile de $-40 \dots -50^{\circ}\text{C}$, atît de frecvente în Siberia orientală! Explicația este totuși simplă: Siberia orientală, mai ales iarna, este aproape complet lipsită de vînturi.

Din cele două fenomene anterioare am putea trage concluzia că vîntul răcorește corpul în toate cazurile. Asta ar fi o concluzie prematură. Oare vîntul din deșertul dogoritor îl răcorește pe călătorul arab? Nici gînd! Dimpotrivă. De aceea, chiar i se spune în unele romane: „suflul dogoritor“ al deșertului.

Explicația acestei contradicții aparente este că aerul din zonele tropicale e în general mai cald decît corpul nostru. Acolo nu corpul își transmite căldura aerului înconjurător, ci invers. Omul nu simte efectul răcoritor al vîntului, ci, din contră, simte o zăpușcă și mai mare. Cu cît o masă mai mare de aer

vine în contact cu corpul, cu atît mai mult resimțim căldura. Este adevărat că atunci cînd suflă vîntul, evaporarea se accentuează, dar atunci corpul se răcorește mult mai puțin decît îl pot încălzi masele noi de aer.

Locuitorii deșerturilor, de pildă beduinii, își învelesc din această cauză întreg corpul, din creștetul capului pînă în vîrfurile picioarelor, cu diferite halate, pentru a se apăra împotriva vînturilor dogoritoare, atît de frecvente acolo.

În regiuni tot atît de calde, sau mai calde, dar lipsite de vînt, negrii africani umblă însă în pielea goală!



Locuitorii deșertului se apără împotriva „suflului dogoritor“ învelindu-se în halate albe. Negrii africani, care trăiesc în regiuni lipsite de vînturi, umblă goi, ca să li se evapore umezeala prin piele.

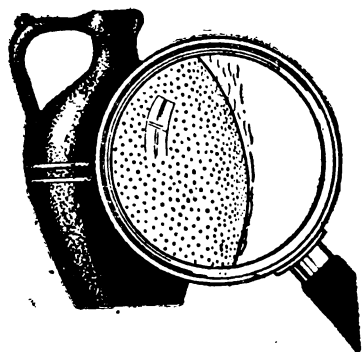
19. *Răspundeți cum trebuie la întrebarea basmului popular!*

În locul unei întrebări „cu tîlc“, vom cita o zicală dintr-un basm popular: „omul este ființa cea mai ciudată, deoarece poate sufla și cald și rece — din aceeași gură!“

Noi cunoaștem însă explicația științifică a acestui fenomen, nu-i așa?

Urciorul-răcitor!

În diminețile duminicilor calde de iulie, oamenii muncii din orașe se îndreaptă, grupuri-grupuri, spre fluviul apropiat, pentru a se înviora, înotînd sau vîslind. Ranițele sînt așezate în barcă.



Apa transpiră prin porii mărunți ai pereților urciorului nesmălțuit, se evaporă în exterior și absoarbe astfel căldura vasului și a conținutului.

Apa transpiră prin porii mărunți ai pereților urciorului nesmălțuit, se evaporă în exterior și absoarbe astfel căldura vasului și a conținutului.

Aceste găurele, care nu se văd cu ochiul liber, nu trebuie astupate cu smalt, deoarece tocmai ele țin apa din urcior mai rece decît atmosfera înconjurătoare. Lichidul tre-

Dar ce se va întîmpla cînd, după o masă copioasă, vîslitorul însetat ar vrea să bea apă rece? Nici o grijă! În cutia din vîrfurile bărcii el va găsi urciorul nesmălțuit, care păstrează rece apa de băut, chiar pe căldurile cele mai mari. Și secerătorii își păstrează apa de băut în asemenea urcioare. Care să fie „secretul“ acestor vase de lut ars, nesmăl-

ce prin acești pori și se evaporază, după ce a absorbit căldura vasului și a conținutului.

Să nu vă închipuiți că apa din urciorul de pământ se răcește prea mult!

Gradul de răcire depinde de vreme: cînd bate vîntul, sau cînd timpul e mai uscat, evaporarea este mai puternică decît atunci cînd vîntul nu suflă, sau cînd aerul este încărcat cu vapori!

Putem să calculăm, dacă vrem, cu cît se răcește apa dintr-un urcior de pământ de 5 litri, în timp ce se evaporază din el 1 decilitru de apă. Pentru evaporarea unui litru de apă de 33° C este nevoie de circa 580 calorii; dacă s-a evaporat 1 decilitru, a fost nevoie de 58 de calorii.

Dacă toată această cantitate de căldură ar fi provenit din apă, temperatura apei ar fi scăzut cu 58/5, adică aproximativ cu 12°. Dar cea mai mare parte a căldurii necesare evaporării apei a fost dăruită de pereții urciorului și de aerul înconjurător.

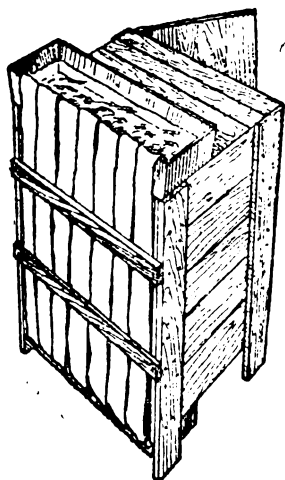
Pe de altă parte, aerul cald care vine în contact cu pereții urciorului încălzește și el apa, într-o măsură oarecare, așa că pînă în cele din urmă răcirea efectivă nu reprezintă nici jumătate din valoarea temperaturii obișnuite.

Nu e greu de spus unde se răcește mai tare urciorul: la soare sau la umbră? La soare, evaporarea este mai puternică, dar și absorbția de căldură este mai accentuată! Așadar, răcirea se face mai bine dacă ținem urciorul într-un loc umbrat, unde există un curent de aer.

Un răcitor fără gheață

Orășeanul nu găsește nimic extraordinar în acest titlu. El cunoaște foarte bine și răcitoarele cu gaze și pe cele electrice. Nici acestea nu conțin gheață, dar nu despre ele vrem să vorbim aici.

Răcitorul nostru se bazează pe fenomenele cunoscute și se poate confecționa ușor în casă. El este format dintr-o ladă de scânduri cu rafturi, pe care se așază alimentele ce trebuie răcite. Deasupra lăzii punem o tavă plină cu apă rece și curată, în care muiem niște fișii de pînză.



Evaporarea apei din fișiiile de pînză muiate la un capăt în apă, pune în funcțiune „răcitorul” fără gheață!

Fișiiile atîrnă de-a lungul peretelui din spate al lăzii și intră cu capătul lor de jos într-un alt vas, așezat sub ladă. Ele se îmbibă puternic cu apă și aceasta se evaporă în permanență, deoarece pînza sugă mereu din tavă alte cantități.

Căldura necesară evaporării este absorbită din interiorul lăzii, și astfel, alimentele aflate acolo se răcesc.

„Răcitorul” nostru trebuie așezat într-un loc răcoros din casă, iar apa trebuie schimbată în fiecare seară, pentru ca el să funcționeze bine și în timpul nopții.

Oameni închiși în cuptoare

Vara, ne trezim de multe ori oftînd: „Uff! Ce căldură insuportabilă!” Și cu toate acestea, termometrul nu arată la umbră decît 30 sau 40°C.

Ori omul suportă călduri mult mai mari, fără să-și dăuneze sănătății. Se știe că există regiuni cu o climă mult mai caldă decît în patria noastră, unde avem o zonă temperată.

În Australia centrală, de pildă, termometrul arată, în mod obișnuit, vara 46°C, deși s-au înregistrat și temperaturi de 55°C. Temperatura cea mai ridicată de pe pământ a fost măsurată în California, în așa numita „Valea morții” — 57°C. Și totuși, în toate aceste ținuturi trăiesc oameni care muncesc!

Aceste temperaturi au fost luate la umbră. Nici nu ar avea rost să așezăm termometrul la soare, deoarece temperatura astfel înregistrată nu ne-ar servi drept orientare pentru temperatura aerului înconjurător.

Încercați, numai, și puneți afară, la soare, termometrul de cameră. În timp ce înăuntru sau în orice alt loc umbrat, el ne arată, după 5—10 minute, gradul de căldură al mediului înconjurător, oprindu-se la diviziunea respectivă — pus la soare, chiar de l-am privi un ceas, el ne va arăta temperaturi mereu mai ridicate și inconstante. Aceasta, deoarece căldura solară ajunge pe pământ prin radiație, fără să încălzească stratul de aer intermediar.

Căldura radiată încălzește pământul, care transmite apoi căldura sa stratului de aer cu care vine în contact. Soarele încălzește cu razele sale termometrul, la fel cum încălzește și pământul, care este tot un corp solid.

Dar corpul omenesc e în stare să suporte nu numai temperatura, relativ redusă, pe care o produce soarele. S-au făcut încercări pentru a stabili ce anume temperatură suportă el. S-a dovedit, astfel, că la o încălzire foarte înceată, organismul nostru poate suporta chiar 160°C într-o atmosferă uscată.

Doi fizicieni englezi au stat timp de mai multe ore într-un cuptor încălzit la această temperatură, și n-au pățit nimic. „Putem să fierbem ouă și să frigem carne în aerul încăperii în care stăm, fără să ne punem sănătatea în primejdie!” a remarcat, în legătură cu aceasta, renumitul fizician englez Tyndall.

Unii ar putea să creadă că putem încălzi corpul omenesc la 160°C fără să dăunăm cu nimic sănătății sale! Dar nu e chiar așa! Temperatura corpului nostru, cît stăm în cuptorul încins, rămîne aproximativ cea normală și nu împrumută temperatura acestuia. Organismul luptă atunci foarte activ împotriva încălzirii, degajînd cantități mari de sudoare, iar evaporarea transpirației absoarbe însemnate cantități de căldură din stratul de aer care vine în contact cu pielea, reducînd astfel în mod corespunzător temperatura ei.

Dacă cineva ar vrea, eventual, să repete încercarea, îi recomandăm să aibă grijă să nu se atingă cumva direct cu sursa de căldură, iar aerul să fie uscat!

De ce e coșul fabricii așa înalt?

Cine ar crede că un coș înalt de fabrică are rolul sticlei de la lampa cu petrol? Cei mai mulți gîndesc că sticla are rostul să apere flacăra împotriva vîntului, deși acesta e numai rolul secundar al sticlei. Să privim mai îndeaproape ce se întîmplă aici.

Sticla de lampă delimitează în jurul flăcării o coloană de aer, care se încălzește mult mai repede decît aerul din exterior. Aerul încălzit devine mai ușor și se ridică. Putem observa, de asemenea, că suportul fitilului este prevăzut cu tăieturi. Prin acestea pătrunde în permanență aer proaspăt sub sticlă, ocupînd locul aerului încălzit, care s-a ridicat. Astfel, de-a lungul ei se produce un curent permanent de aer, de jos în sus.

Acest curent de aer are un dublu rol: el antrenează, din apropierea flăcării, produsele de ardere și furnizează totodată oxigen proaspăt pentru alimentarea combustiei și deci pentru accelerarea ei.

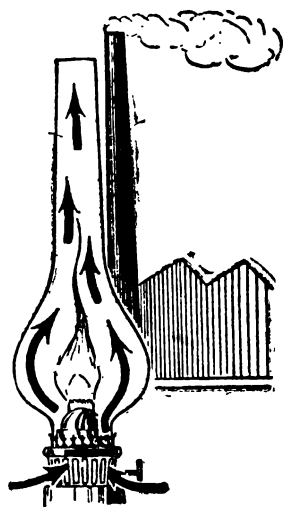
Coșul de fabrică are același rol. Cu cît coloana de aer care învâluie flacăra este mai înaltă, cu atît mai mare este

diferența de greutate între aerul încălzit și cel rece, și deci cu atât mai puternic devine curentul de aer, cu atât mai vie arderea. Leonardo da Vinci, genialul naturalist și artist din secolul al XV-lea, a folosit pentru prima oară un cilindru protector la lampa sa. Între manuscrise i s-a găsit următoarea notiță: „unde este foc, se produce un curent de aer. Acesta menține și așază focul“.

Leonardo da Vinci și-a înconjurat însă lampa cu un tub metalic, nu cu o sticlă, și au trecut încă trei secole pînă cînd tubul a fost înlocuit printr-un cilindru de sticlă.

Sticla de lampă a parcurs un drum lung, pînă să ajungă la forma actuală. Generații întregi au contribuit la perfecționarea ei. Cu mii de ani în urmă nu se cunoștea decît feștila opaițului! Nici vorbă de tuburi protectoare sau de sticle! Din cele expuse rezultă că flacăra arde mai viu atunci cînd primește aer proaspăt. De ce stingem, totuși, lampa de petrol, suflînd în ea prin gîtul de sus al sticlei? Flacăra este înconjurată, în timpul arderii, de produsele de ardere: bioxid de carbon și vapori de apă. Fiind materii neinflamabile, dacă acestea ar rămîne în apropierea flăcării și ar învâlui-o, ar împiedica orice contact al ei cu oxigenul din aer și atunci flacăra s-ar stinge de la sine.

Cînd suflăm, deci, de sus în lampă, împingem produsele neinflamabile spre flacără, și de aceea ea se stinge.



La coșul fabricii, ca și la sticla de lampă, curentul de aer, care merge de jos în sus, accelerează arderea: el antrenează produsele de ardere și furnizează în același timp oxigen proaspăt pentru alimentarea combustiei.

Cum se explică, dar, că flacăra lumînării, care nu este înconjurată de nici un cilindru protector, se stinge imediat ce suflăm peste ea?

Asta e o problemă nouă, despre care nu am vorbit pînă acum. Pentru ardere, nu avem nevoie numai de oxigen, ci și de o anumită temperatură, mai ridicată, pe care o numim temperatura de aprindere a materialelor. Fosforul, de pildă, are o temperatură de aprindere atît de joasă, încît el ia foc chiar prin simpla frecare.

Cînd facem focul, ne folosim de această lege, așezînd materialele în ordinea temperaturii lor de aprindere: jos de tot se pune hîrtia, apoi lemnul de brad, lemnul de esență tare, și, în sfîrșit, cărbunii.

Firește că și lumînarea nu arde decît atunci cînd materia-lul ei se încălzește la temperatura de aprindere. Cînd suflăm peste ea, sau cînd bate vîntul, lumînarea se răcește sub temperatura ei de aprindere și se stinge.

20. *Puteți explica?*

De ce folosim apa, pentru a stinge focul?

Focul care stinge un incendiu!

Scriitorul sovietic Sișkov descrie cu mult talent într-unul din marile sale romane sociale — „Fluviul încruntat” — un incendiu uriaș din taiga. Deosebit de interesant în această descriere este că el se stinge tot prin foc!

Ascultați cum povestește Sișkov evenimentul:

„Prin bezna nopții, vîntul suflă puternic. Turnul de observație scîrțîie, legănîndu-și vîrfurile. Konstantin Farkov deschide ochii mari, scrutînd cu atenție depărtările.

Dar ele sînt misterioase și de nepătruns chiar pentru un locuitor rutinat din taiga.

„Arde!“ spuse deodată Farkov. Mai întâi, ca și cum s-ar fi aprins undeva un chibrit, o flăcără firavă se prelinse în întuneric, licări și se stinse. „Mi s-a părut...” gândi Farkov.

Nu! Acolo, în depărtare, cineva vrea să-și aprindă din nou o țigare!

Dar nu e numai unul, sînt mai mulți. S-au aprins două chibrite și — puțin mai târziu — un alt treilea!

Farkov îndreaptă binoclul spre flăcări. „Un incendiu!“ spuse el acum, hotărît, și se gândi numaidecît ce să facă...

Chibriturile nu se mai sting, flăcările aleargă de colo pînă colo, se agață una de alta și încep o horă veselă.

Poate să fie la vreo 20 de verste, dar poate să fie și la 40, sau chiar la 100! De aici nu se poate spune nimic precis...

... S-au luminat zărilor. De pe turn se văd acum bine nori groși de fum ce se adună mereu deasupra locului unde este incendiul. Parcă mii și mii de țigani s-ar fi adunat în jurul unui foc și ar scoate fum din pipe!

Aerul se umple mereu cu fum. Cerul se face albastru—vînat, apoi tulbure, parcă prevestitor de nenorociri...

Vîntul sufla cu încăpățîinare, aducînd pe aripile sale un miros de lucruri arse. Taigaua făcea valuri leneșe, cu zgomote surde. I se schimbase înfățișarea. Copacii şușoteau între ei, întristați și misterioși, păsările zburau speriate pe lîngă turn, căutînd să ajungă pe partea cealaltă a fluviului.

Prohor își simți și el inima strînsă de spaimă. Se urcă în turn, lîngă Farkov.

Vîntul se întefise și mai mult. Turnul scîrțîia din toate încheieturile și vîrful i se clătina zdravăn. Farkov simți că amețește. Ochiul lui nu mai putea găsi nicăieri stelele serii, care sclipeau atît de frumos altădată.

— Ce facem? întrebă Prohor.

Farkov privi spre flăcările din depărtare și răspunse:

— Trebuie să facem ceva, Prohor Petrovici!

— Ceva? Dar ce? Să săpăm un șanț?

— Nu cred să mai ajute șanțul aici. Dacă se răspîndește atît de puternic, poate că ar trebui să aprindem un contra-foce.

— Contra-foce? Asta ce mai e? Nu înțeleg!

Farkov se așează pe podea și începu o explicație destul de lungă asupra metodelor de a stinge incendiile în taiga.

— Dacă pierzi momentul, totul s-a terminat! îi mai spuse el lui Prohor, scoțînd fumuri dese din pipă.

Din turn începură ordinele telefonice, străpungînd noaptea în toate direcțiile. Și toate comenzile aveau același conținut: „Trimiteți aici 300 de tăietori de lemne și săpători, ca să lupte împotriva incendiului, să facă o rariște lată, să sape un șanț...”

Peste 4000 de bărbați, femei și copii se rostogoleau ca un fluviu, în taiga. Cei mai iuși ajunseră la rariștea lui Farkov în trei ceasuri. Dar și ceilalți ajunseră, în patru.

Încă nu se crăpase de ziuă și lumina focului, puternică, pătrundea pînă aici, valuri-valuri...

Rariștea lui Farkov era la o distanță de 12 verste de la reședință, iar incendiul se vedea și mai departe de acolo, la încă cel puțin 3 verste.

Pericolul era deci mai departe decît credeau. Și credeau așa din pricina turnului ăstuia, înalt de 40 de stînji! Din vîrfurile lui, li se părea că flăcările le-au și aprins călcîiele, deși, în realitate, focul era la peste 15 verste de turn...

— Rariștea mea e lată de 10 stînji, și în unele locuri are chiar mai mult! îi spuse bătrînul și gîrbovitul Farkov lui Prohor.

— La o depărtare de 5 verste totul a fost tăiat, uite colo! Vezi? Ei, acum trebuie să prelungim rariștea pe o distanță de încă 20 de verste, în direcția cealaltă... Înțelegi? Cînd am terminat cu asta, aprindem noi un foc, pornind de la rariștea noastră, și mergînd împotriva incendiului. Asta e contra-focul, pricepi? Și cînd cele două incendii din pădure — al nostru și-al cui l-a aprins pe-ălălalt — se întîlnesc, s-a isprăvit cu ele! Cu amîndouă! Că nu mai au ce să mistuie și se-nghit unul pe altul... Hai, du-te liniștit și te culcă!...

Zorile se iveau încet. Rariștea creștea văzînd cu ochii. În marginea ei, oamenii adunaseră grămezi mari de lemn uscat și de crengi. Vîntul sufla tot mai puternic.

— E momentul să-i dăm foc! strigă Farkov lui Prohor.

La o distanță de 20 de verste s-au putut auzi bubuiturile focurilor de armă convenite. Muncitorii alergau, scofînd urale, spre grămezile de lemn adunate, și, de-a lungul întregii rariști, au prins să mistuie flăcările lacome.

Deodată se iscă și pe sol un vînt puternic. Focul se întinse repede spre adîncurile taigalei. Sute și sute de păzitori aveau grijă ca focul să nu scape înspre rariște.

Taigaua nu avusese încă timpul necesar să se desmeticească din somnul ei greu. Se trezi încetul cu încetul, căscă, se întinse, își înfundă degetele ramurilor verzi în păru-i zbîrlit, și gemu adînc.

Dar iată că dintr-o dată un foc îi pîrjoli călcîiele. Taigaua deschise ochii mari, oftă și dădu din umeri. Aprinzîndu-se, brazilii îmbrăcară peruci de aur. Dansul focului era însoțit de un vîjîit, de pîrîituri mărunte, ca de tobă, și de vuietul asurzitor al copacilor ce se rupeau în două.

Deasupra incendiului se îngrămădeau nori negri de fum. Pădurea sufla îngrozitor de fierbinte spre sumedenia de muncitori care stăteau uimiți la marginea rariștei. Sub dogoarea focului, fețele lor transpirate păreau că se topesc. Erau sfîrșiți de oboseală.

În ochi li se citea groaza.

Niciodată nu mai văzuseră așa ceva.

Focul cel nou se îmbulzea dinspre rariște spre interiorul taigalei, nerăbdător parcă să întâlnească incendiul cel mare al pădurii.

Prohor se urcase iarăși în vîrful turnului și privea în zare. Puterea celor două incendii atrăgea aerul ca niște foale uriașe, zăpăcind atmosfera pe multe și multe verste. Turnul scîrțîia încet, clătinat de vînt...

Fișia îngustă a pădurii dintre cele două fluvii de foc se împuțina văzînd cu ochii. Curentele de flăcări se apropiau neîncetat.

Vietășile, cîte mai rămăseseră acolo — alergătoare, zburătoare sau tîritoare — erau cuprinse de panică: înecro să alerge, încotro să se tîrască?

...Zidurile de jar, lungi de sute de verste, porneau acum la atac, pe viață și pe moarte! Deasupra imensului rug urla un vîrtej de aer încins.

Vulturii, cu puii lor, își căutau scăparea în ultima clipă, ridicîndu-se în spirală spre înălțimi, dar se loveau de bolta aerului încins și cădeau arși, ca niște tăciuni, la pămînt...

Să fi fost 1 000 de grade? Poate și mai mult!

Fronturile își trimiseră acum, unul altuia, arcuri de flăcări albastre, gălbui și purpurii. Încă o clipă, și bolțile incandescente se uniră de-a lungul întregii linii a focului.

Un vîjîit sinistru sfîșia taigaua în lung și-n lat, zguduind pămîntul. Parcă și cerul se cutremura...

— E gata! ... S-a isprăvit! ... răsuflară ușurați cei din turn.

*

Cel mai bun mijloc, și cîteodată chiar singurul, în lupta împotriva incendiilor din păduri sau din stepă, este să aprindem pădurea sau stepa de la capătul celălalt. Focul cel nou înaintează spre marea furioasă de flăcări, distrugînd materialele ce urmau să o alimenteze mai departe. Cînd cele două ziduri de foc se întîlnesc, flăcările se sting deodată, ca și cum s-ar fi înghițit una pe alta.

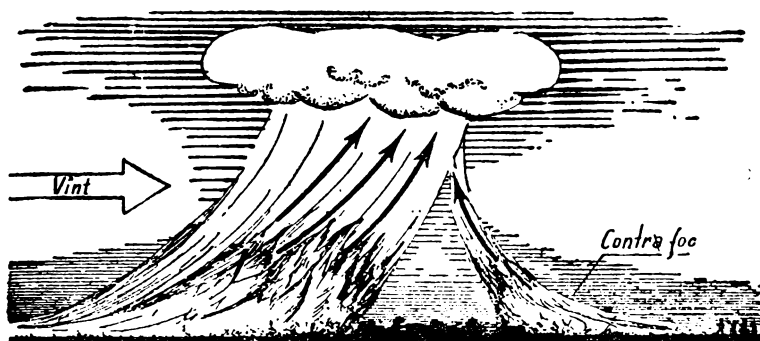
Dar acest fel de a stinge incendiile nu este chiar așa de simplu, cum s-ar părea la prima vedere. E nevoie de multă experiență, pentru a folosi cu succes contra-focul, deoarece, în cele mai multe cazuri, incendiul este alimentat și de un vînt puternic, și trebuie stins, așadar, împotriva sensului său.

S-ar putea crede, chiar, că acest contra-foc nu se împotrivesc cu nimic incendiului declarat, ci se răspîndește și el,

normal, în direcția vântului! Dacă ar fi așa, cum s-ar mai ciocni cele două ziduri de foc?

Aerul se încălzește deasupra mării de flăcări, devine mai ușor și se ridică.

Alt aer, proaspăt, este atras în locu-i din toate direcțiile taigalei. În împrejurimile focului, curenții de aer se



Aerul se încălzește deasupra incendiului din pădure, devine mai ușor și se ridică. Aerul proaspăt vine din toate direcțiile să-i ia locul; în apropierea incendiului, se produce atunci un curent de aer îndreptat spre marea de flăcări. El împinge cele două ziduri de foc, unul spre celălalt.

îndreaptă deci spre marea de flăcări. Ei bine, contra-focul trebuie aprins în momentul când incendiul s-a apropiat atât de mult, încât focul cel nou să vină în contact imediat cu acei curenți de aer.

Dacă aprindem contra-focul prea devreme, când contra-curentul de aer nu s-a produs încă, focul cel nou va înainta tot în direcția vântului, sporind incendiul! Dacă, dimpotrivă, pierdem momentul favorabil și aprindem focul prea târziu, incendiul se apropie prea mult și trece peste contra-foc, tirându-l după el.

Alegerea momentului potrivit nu este o sarcină ușoară: ea cere multă atenție și pricepere.

Cînd fierbe și cînd nu fierbe apa?

Faceți o experiență simplă: umpleți o cratiță cu apă și introduceți-o într-o altă cratiță mai mare, plină tot cu apă, în așa fel ca toarte cratiței mai mici să se sprijine pe pereții laterali ai celeilalte. Puneți-le deasupra unui foc viu.

Cît timp trebuie să așteptăm, pînă să fiarbă apa din cratița cea mică? Nu recomandăm nimănui să aștepte, fiindcă pierde timpul degeaba: apa din ceașta se va înfierbînta foarte tare, dar nu va fierbe niciodată.

Prin ce diferă ea de apa din cratița cea mare? A curs doar de la același robinet și n-o desparte de cealaltă decît un perete de tablă.

Mai mult chiar: fierb pe același foc.

Dar de ce nu fierb la fel? Numai fizica poate răspunde acestei curioase întrebări.

În condițiuni normale, apa curată fierbe la 100°C . Oricît de mult am încălzi-o, temperatura ei nu se urcă mai mult! Așadar sursa de căldură ce servește la încălzirea apei din cratița mică nu poate avea mai mult de 100°C . Bine, dar apa asta nu poate să se încălzească și ea pînă la 100°C ?

Să vedem. Cînd apa fierbe, ea se transformă în abur și astfel temperatura ei rămîne mereu la 100°C . Dar pentru formarea aburului este nevoie de cantități însemnate de căldură.

Un gram de apă la 100°C , transformîndu-se în vapor, absoarbe 537 de calorii. De unde primește fiecare gram al apei din cratița mare aceste 537 de calorii? Fundul cratiței este în contact permanent cu focul, primind mereu cantități noi de căldură. Fiecare moleculă a apei din cratița mare poate veni în contact cu fundul. Apa mai caldă din ea se ridică, fiind mai ușoară, și face astfel un circuit continuu, astfel că întreaga masă lichidă primește cantitatea de căldură necesară fierberii.

Apa din cratița mică nu poate lua parte la acest circuit. În consecință, ea nu poate căpăta cantitatea de căldură necesară fierberii.

Aruncați, însă, un pumn de sare în apa din cratița mare și situația se va schimba pe loc! După un timp oarecare și apa din crăticioară începe să fiarbă! De ce? Temperatura de fierbere a apei sărate este mai ridicată decât a apei curate, așa încât ea se va încălzi la peste 100°C , și va avea de unde să transmită și apei curate din crăticioară o căldură mai mare.

Gheață fierbinte

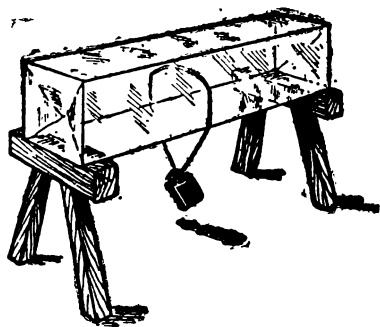
Cînd pe apa Dunării apar sloiuri de gheață, aceasta înseamnă că a început iarna. „Gheața“ reprezintă ceva rece, deoarece apa se solidifică la 0°C , și în viața de toate zilele este imposibil să întîlnim gheață cu o temperatură mai ridicată!

Experiențele fizicianului englez Bridgeman au demonstrat că, la o presiune destul de mare, putem obține o gheață care să aibă o temperatură mult mai ridicată decât 0°C , și eventual chiar o gheață fierbinte! Aceste studii au dus la descoperiri importante.

Volumul apei crește atunci cînd îngheață și de aceea sloiurile de gheață plutesc pe apă. Punctul de topire al gheții, sau punctul de înghețare a apei — ceea ce e tot una — depinde de presiunea care se exercită asupra apei. Această lege constituie baza formării ghețarilor.

În regiunile înalte, unde se adună cantități enorme de zăpadă, stratul inferior se topește, sub presiunea maselor mari ce apasă asupra lui. Punctul de îngheț al stratului inferior, din pricina presiunii puternice, scade sub temperatura restului masei de zăpadă. Astfel topit, stratul inferior se scurge de sub zăpadă, dar iese totodată și de sub presiunea ridicată ce-l apasă. Acum, punctul de îngheț se ridică iarăși la 0°C , și apa se solidifică. Acesta este motivul pentru care ghețarii dau impresia unui fluviu înghețat.

Și noi putem verifica această lege, printr-o experiență simplă. Cablul de sîrmă din figură, de care este agățată o greutate, exercită o presiune puternică asupra blocului de



Cablul de sîrmă, legat peste blocul de gheață, trece prin acesta, fără să-l taie în două. Gheața se topește sub presiune, iar apa ajunsă deasupra cablului îngheață din nou.

gheață. Acesta se topește pe tot lungul suprafeței apăsate, pentru că punctul de îngheț scade datorită presiunii exercitate. Dar ajungînd deasupra cablului, apa scapă de sub presiune și îngheață din nou.

Cablul trece astfel prin tot blocul de gheață, fără ca acesta să se taie în două. Fenomenul se cheamă regelație, adică reînghețare.

La presiuni mai mari, comportarea apei este și mai interesantă. S-a constatat că, dacă presiunea crește

puternic, scăderea punctului de îngheț devine tot mai accentuată, iar volumul, în urma înghețării, sporește considerabil.

La o temperatură de -22°C și o presiune de 2 200 atmosfere, apa îngheață brusc, cu o scădere mare a volumului. Gheața astfel rezultată prezintă cu totul alte proprietăți decît gheața obișnuită. Dacă mărim și mai mult presiunea, acest nou gen de gheață capătă înfățișări și proprietăți diferite. S-au descoperit astfel, pe rînd, 7 variante de gheață, din care ultima se poate încălzi, fără să se topească, la temperatura punctului de topire al cositorului de lipit! Aceasta s-a obținut însă la o presiune de 4 500 atmosfere.

O altă gheață, numită nr. 5, se mai poate obține la o presiune de 20 600 atmosfere. Ea rămîne în stare solidă chiar

la o temperatură de 76°C ! Dar dacă o atingem, ne frige degetele! De altfel, nu o putem atinge și datorită faptului că presiunea necesară formării și menținerii ei se poate produce numai într-un vas confecționat dintr-un oțel de calitate specială. Nu putem s-o privim sau s-o luăm în mână, dar prin mijloacele pe care ni le pune la dispoziție știința putem cunoaște proprietățile gheții fierbinți.

Ea este mult mai densă decât cea obișnuită, ba chiar mai densă ca apa, avînd o greutate specifică de 1,05. Introdusă în apă, se scufundă.

Fenomene similare au fost constatate și la alte materiale, de pildă la bismut. S-a stabilit că aproximativ a treia parte din materiale au mai multe variante de solidificare. Multe dintre ele s-au dovedit a fi cu totul noi: la presiunea normală, ele nu există la nici o temperatură. Este probabil că la presiuni mai ridicate decât cele realizate pînă acum, și alte multe substanțe s-ar prezenta sub diferite forme noi. Astfel de presiuni ridicate există în interiorul scoarței pămîntului. Desigur că aci substanțele prezintă cu totul alte proprietăți decât cele pe care le cunoaștem noi.

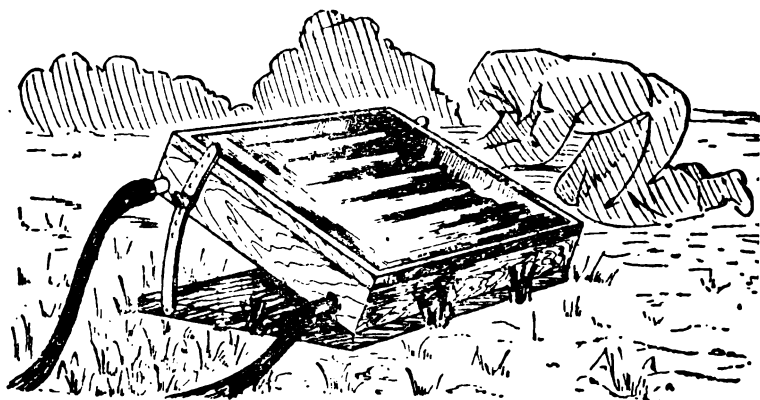
Putem strînge, vara, căldura soarelui?

În zilele calde de vară ne gîndim adesea ce bine ar fi să putem păstra căldura soarelui pentru la iarnă. Ideea nu e de loc fantastică, așa cum poate vi s-ar părea, deoarece plantele înmagazinează foarte bine energia solară. Cu ajutorul acestei energii, plantele verzi își clădesc tulpina din bioxid de carbon, apă și săruri minerale. Omul a valorificat și sub o altă formă energia solară acumulată: cărbunele-combustibil.

Însăși natura ne arată metoda firească pentru înmagazinarea energiei solare: cea folosită de plante. Ea nu satisface însă nevoile omului, deoarece pentru noi randamentul e foarte slab. Plantele înmagazinează, în cursul creșteri

lor, doar de la 1,5% pînă la 3% din energia pe care au primit-o de la soare.

Omul nu se poate mulțumi cu un astfel de rezultat și de aceea caută metode mai bune. Cu aceste probleme se ocupă o nouă ramură a științei, denumită „heliotehnica”. Dezvoltarea heliotehnicii a început numai în ultimul timp, și în



Cutia de fierbere: instalația cea mai simplă pentru valorificarea energiei solare.

primul rînd în Uniunea Sovietică. Deși în fața oamenilor de știință mai stau multe probleme nerezolvate, s-a reușit pînă acum valorificarea energiei solare, cu un randament mult mai bun decît cel obținut de plante.

Instalația cea mai simplă pentru valorificarea ei este așa-numita cutie pentru fiert. Asemenea cutii se întrebuințează de mulți ani în regiunile din sudul Uniunii Sovietice, de exemplu la Așhabad, Tașkent și Tbilisi. Aceste instalații aprovizionează dușuri și băi cu apă caldă.

Cutia pentru fiert nu este prea adîncă, iar pereții săi laterali, și fundul, au o izolație termică bună. În partea de sus, ea se închide cu un rînd sau două de geamuri. Latura prevăzută cu geam este îndreptată spre sud. Fundul cutiei

se vopsește cu negru, deoarece suprafețele negre absorb energia de radiație îndreptată asupra lor și o transformă în căldură. Fundul lăzii se confecționează din tablă de fier sau tablă de aluminiu, cu nervuri prin care circulă apă. Energia de radiație a soarelui încălzește această apă.

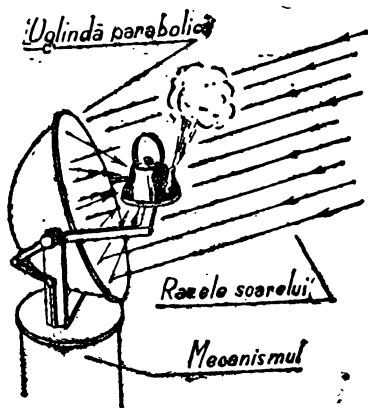
Cu o asemenea instalație putem încălzi într-o zi de vară — folosind energia solară — aproximativ 60 litri de apă fierbinte la 50°C, sau 35 litri la 60°C, sau 15 litri la 70°C. Astfel, putem transforma pînă la 90% din energia solară în energie termică.

Cercetătorii sovietici s-au ocupat și de problema încălzirii clădirilor cu ajutorul energiei solare astfel înmagazinată. Se pare că soluția cea mai bună ar fi să se depoziteze apa încălzită în cutiile de fierbere, folosind bazine mari, și iarna să se folosească apa fierbinte pentru încălzire. Pentru a rezolva problema, bazinele pentru depozitare ar trebui să aibă dimensiuni foarte mari.

Un prînz pregătit... la căldura soarelui!

Savantul sovietic Garf, de la laboratorul de helio-tehnică al Institutului energetic de pe lîngă Academia de Științe a Uniunii Sovietice, a construit o instalație pentru captarea energiei solare cu ajutorul unei oglinzi concave, de o formă specială. Cu ajutorul ei se poate fierbe ceai și se poate prepara prînzul.

Oglindea colectează razele soarelui și le îndreaptă spre fundul vasului. Ea se poate dirija manual. În timpul în



Ceaiul fierbe... la căldura soarelui.

care fierbe apa într-un samovar mic, cu o capacitate de 2,5 litri, poziția oglinzii trebuie schimbată o dată sau de două ori, din cauza schimbării poziției pământului față de soare. Astfel, razele colectate vor fi îndreptate totdeauna spre vas, și, într-o oră, vom putea fierbe 5 litri de apă!

Cald și rece cu ajutorul soarelui!

Și mai interesantă este folosirea energiei solare pentru punerea în funcțiune a unui mecanism de refrigerare. La laboratorul de heliotehnică din Taşkent, de exemplu, s-a pus în funcțiune, în anul 1952, o instalație de refrigerare, funcționând cu energie solară, care produce în decurs de 7 ore 130 kg gheață.

Putem valorifica și mai economic energia solară, menținând în funcțiune aceeași instalație și vara, și iarna: în timpul verii răcorind, de pildă, încăperile unui spital, iar iarna, încălzindu-le.

În diferite comunicări științifice se arată că încă din anul 1952 s-au făcut în mai multe locuri experiențe asemănătoare, care au dat rezultate promițătoare.

DESPRE MAGNETISM

Prima carte care tratează în mod științific fenomenele magnetice a apărut în anul 1660 în Anglia. Autorul ei, William Gilbert, era medicul reginei Elisabeta a Angliei.

Pînă la apariția cărții lui Gilbert, magnetismul nu era folosit decît pentru diferite glume și scamatorii. Pentru explicarea proprietăților magnetice s-au inventat cele mai fantastice povești.

Părerea îndeobște acceptată era în trecut că acul magnetic se îndreaptă spre un punct ceresc. Gilbert a descoperit însă că busolă arată într-o direcție determinată, datorită faptului că pămîntul însuși formează un mare magnet și magnetismul pămîntului este acela care determină poziția acului magnetic. El a confirmat în mod experimental teoria sa.

Tot Gilbert a constatat că cei doi poli magnetici se manifestă numai împreună. De asemenea, el a stabilit pentru prima oară că atît fierul, cît și oțelul pot fi magnetizate, dar că numai oțelul își păstrează magnetizarea.

Galileo Galilei a apreciat foarte mult activitatea lui Gilbert și a caracterizat-o astfel:

„Îi aduc laude, îl admir și îl invidiez pe Gilbert. El a expus idei admirabile despre un subiect, de care s-au ocupat pînă acum

mulți oameni geniali, dar pe care nici unul nu l-a studiat destul de atent... Să ajungi de la lucruri simple la descoperiri mari și să simți că dincolo de anumite însușiri — în aparență primitive și copilărești — se află ascunsă o minunată artă, această nu poate fi, desigur, opera unui om de duzină: numai la genii se pot găsi asemenea previziuni, asemenea idei și raționamente!”

21. O problemă cu privire la busolă

În ce loc de pe globul pământesc busola arată cu amîndouă capetele spre nord?

Hercule și lada „fermecată“!

Un prestidigitator povestea odată cum a folosit în Algeria un electromagnet, ca să facă o scamatorie uimitoare, desigur, pentru cei neinițiați:

„Am așezat pe scenă — spunea artistul — o ladă metalică de mărime mijlocie, prevăzută cu un mîner, și am întrebât cine este omul cel mai puternic dintre cei de față. La invitația făcută răspunse un arab de statură mijlocie, dar foarte voinic, care se recomandă că este un Hercule al arabilor! Urcînd pe scenă, curajos și sigur de el, se opri lîngă mine și îmi aruncă un zîmbet, puțin ironic.

— Ești așa de puternic? îl întrebai, măsurîndu-l din cap pînă-n picioare.

— Da! răspunse el cu indiferență.

— Și ești sigur că puterea ta este permanentă?

— Absolut sigur!

— Greșești! Eu pot să-ți iau într-o clipă puterea, și ai să fii... ca un copil mic.

Arabul zîmbi cu dispreț, arătîndu-și neîncrederea față de ce-i spuneam.

— Vino, numai, încoace, și ridică lada!

Arabul se aplecă, ridică lada și întrebă:

— Asta e tot?

— Așteaptă puțin! răspunsei.

Luînd o expresie gravă, îi poruncii cu voce solemnă:

— *Acum ești mai slab decît toate femeile! Încearcă iar să ridici lada!*

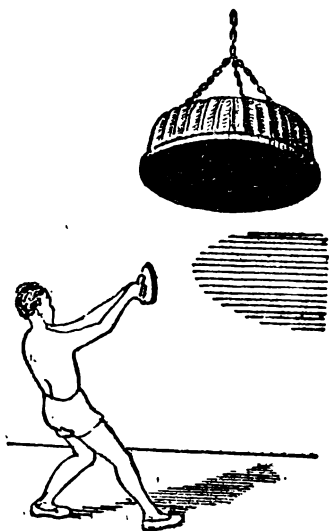
Atletul nu s-a speriat de loc de cuvintele mele „magice”. El o apucă din nou, dar acum lada nu mai ceda! Sforțările erau desperate. Cu o asemenea putere, arabul ar fi ridicat greutatea uriașă! Dar cu toate încercările, lada nici nu se clinti din loc. Părea bătută în cuie!

Spectatorii erau surprinși și nu știau cum să explice neputința subită a arabului lor herculean!“

...Explicația e totuși simplă. Fundul metalic al lăzii fusese așezat pe polii puternici ai unui electromagnet, ascuns sub suport. Cînd prin bobinele electromagnetului nu trecea curent electric, era ușor să ridici lada, dar cînd prestidigitatorul dădea drumul curentului — printr-o mișcare neobservată cu piciorul — electromagnetul atrăgea lada metalică cu o forță uriașă, ținînd-o pe loc, astfel încît nici 2—3 oameni n-ar mai fi putut s-o urnească!

În întrecere sportivă cu... electromagnetul!

Electromagnetul se întrebuințează și la antrenamentul sportivilor. Deasupra solului, la o înălțime puțin mai mare decît corpul omenesc, se suspendă un electromagnet. Atletul stă sub el, și, făcînd exerciții cu un



Atletul depune eforturi însemnate pentru a învinge atracția electromagnetului.

fier de călcat, trebuie să învingă atracția magnetului. Intensitatea curentului care circulă prin bobine poate fi reglată după voie și de ea depinde efortul pe care trebuie să-l depună atletul, ca să învingă atracția.

Să nu vă mirați: forța magnetică poate să fie uneori atît de mare, încît să-l ridice și pe sportiv în sus, cu fier de călcat cu tot!

Semințe alese... cu magnetul!

Mama vitregă a „Cenușeresei“ din poveste și-a silit fata să scoată din cenușă boabele de grîu, amestecate cu spuză, oprind-o să se mai ducă la bal. Cenușereasa nu a rezolvat singură această problemă grea. Porumbeii miloși i-au dat o mîină de ajutor. Dar, probabil, că porumbeii au băgat mai multe boabe de grîu în propria lor gușă, decît în coșnița Cenușeresei! Acest pericol nu va exista dacă chemăm în ajutor electromagnetul.

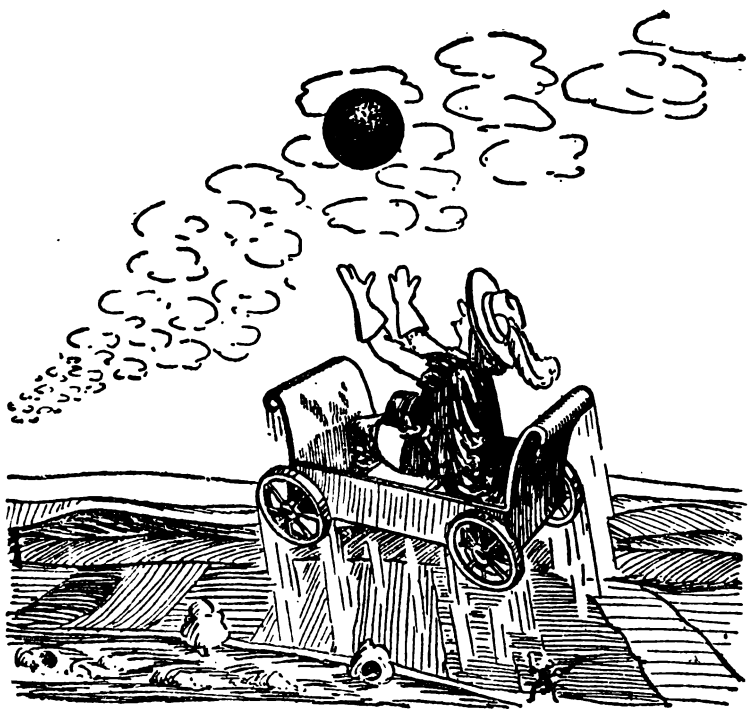
În agricultură, cînd trebuie să separăm semințele buruienilor de semințele plantelor folositoare, tot cam așa facem și noi: ca Cenușereasa! Operația este ușurată însă prin faptul că semințele buruienilor sînt păroase și aspre, pe cînd semințele plantelor folositoare, ca de exemplu inul, trifoiul sau lucerna, sînt netede și lucioase.

Dacă amestecăm diferite semințe cu pilitură de fier, praful metalic se prinde de semințele păroase ale buruienilor și le acoperă, dar nu aderă la suprafețele netede ale semințelor plantelor utile.

Magnetizînd pilitura de fier, amestecul de grăunțe se separă în semințe folositoare și semințe de buruieni.

Astfel de „separatoare magnetice“ se întrebuintează de multă vreme în Uniunea Sovietică pentru curățirea semințelor de in, trifoi și lucernă. Mașina respectivă dă, în medie, o jumătate de tonă de semințe curățate pe oră!

Prin secolul al XVII-lea a trăit scriitorul francez Cyrano de Bergerac, a cărui viață aventuroasă a format și subiectul unei minunate piese de teatru. Cyrano a fost un soldat vi-



Astfel și-a imaginat Cyrano zborul în lună.

teaz, un scriitor și un poet extrem de spiritual. Într-un roman fantastic, scris de el, eroul vrea să zboare în lună. Și iată cum;

„Am pus să mi se confecționeze un cărucior metalic, ușor. M-am urcat în el, m-am așezat comod și am început să arunc în sus o bilă magnetică. Căruciorul metalic s-a ridicat imediat în aer.

De câte ori ajungeam acolo unde mă atrăgea bila, o luam și o aruncam iarăși în sus. Chiar atunci când țineam bila pur și simplu ridicată, căruciorul căuta să ajungă în apropierea ei și se ridica imediat.

După ce aruncasem de câteva ori bila și căruciorul se ridicase și el de tot atâtea ori, iată-mă ajuns într-un loc, de unde începui să cad spre lună! Cum în acea clipă țineam bila puternic în mîini, căruciorul mă împingea, acum, el pe mine!

Pentru a nu fi zdrobit prin cădere, am aruncat bila în așa fel, încît atracția ei să mai înfrîneze căderea căruciorului. Iar cînd am ajuns la numai 300—400 m de lună, aruncam mereu bila în direcția perpendiculară față de direcția căderii noastre, pînă cînd căruciorul ajunse în imediata apropiere a solului.

În acest moment am sărit din cărucior și am aterizat lin pe nisip“.

Este evident că nici autorul n-a crezut în mod serios că se poate ajunge, în acest fel, pînă la lună. Citind romanul — oricine își va da seama imediat de ce metoda descrisă nu se poate realiza.

Poate că unii s-ar cam fîstici dacă i-am întreba repede unde este greșeala proiectului și ce este nerealizabil din el? Căci putem arunca, într-adevăr, magnetul în sus, și dacă va fi destul de puternic, el va ridica și căruciorul. Acest „avion“ însă nu se va mișca în sus, cu nici un preț!

Este vorba de un fenomen similar cu acela petrecut atunci cînd aruncăm un obiect greu, de pe o barcă, pe mal. Barca se va deplasa, din cauza efortului la aruncare, în direcție opusă, depărtîndu-se de mal.

Aici se manifestă principiul acțiunii și reacțiunii, ca și în cazul aruncării bilei magnetice. Cînd călătorul aruncă puternic bila în sus, el împinge în mod inevitabil căruciorul în jos. După aceea, cînd bila și căruciorul se apropie din nou din cauza atracției reciproce, aceste obiecte revin doar la locul lor inițial, fără să poată înainta cu nimic. Va fi deci

imposibil să silim bietul cărucior metalic să se ridice în aer, și încă la lună!

Dar de unde să cunoacă Cyrano legea acțiunii și reacțiunii? Legile lui Newton asupra mișcării corpurilor au fost descoperite abia cu câteva decenii mai târziu.

Sicriul lui Mahomed

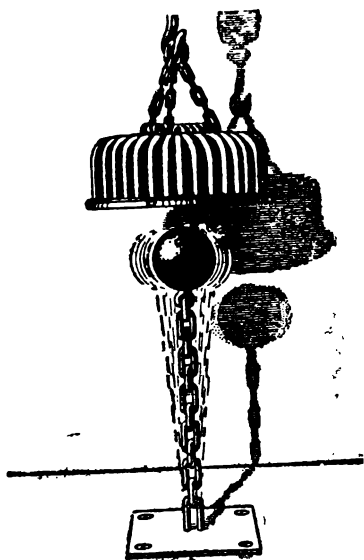
O legendă pioasă a adepților lui Mahomed afirmă că sicriul marelui lor profet plutește liniștit între cer și pământ, nesustținut de nimic. Au fost unii care au dat crezare acestei legende, nu pe baza unor cauze supranaturale, ci căutînd să o justifice științific, prin efectul unor forțe naturale.

Aceștia și-au închipuit, desigur, că sicriul lui Mahomed ar fi ținut în suspensie printr-o forță magnetică oarecare.

Un asemenea fenomen este imaginabil, deoarece, dacă ținem un magnet puternic deasupra unei bile de fier, legată cu un lanț de pământ, magnetul va atrage bila, dar lanțul o va reține. Astfel, bila va sta în aer, pîrînd că plutește, iar lanțul va fi întins drept în sus.

În principiu, putem produce fenomenul „sicriului lui Mahomed” cu ajutorul unui magnet, dar nu prin atracție reciprocă, ci, din contră, prin respingere.

După cum se știe, polii de același fel ai magnetilor se resping reciproc. Dacă punem două bare magnetice una peste cealaltă, astfel ca polii identici să fie suprapuși, barele se vor



Electromagnetul învinge forța de atracție a pământului.

respinge. Dacă forța de respingere va fi egală cu greutatea barei superioare, vom constata că magnetul de deasupra rămîne în suspensie.

22. Cum recunoaștem magnetul?

Avem două bare de fier de formă și mărime identică, dintre care una are proprietăți magnetice, iar alta nu. Cum putem stabili fără nici un mijloc auxiliar care din ele e cea cu proprietăți magnetice?

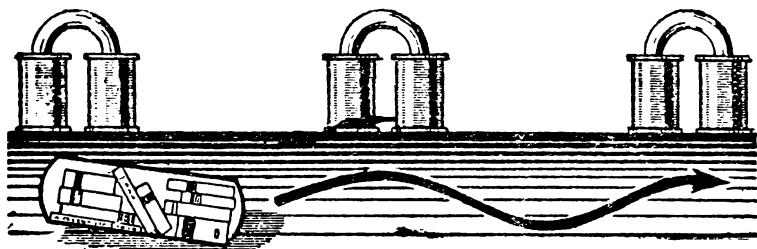
Poșta tubulară

În orașele mari, ca de pildă Moscova sau Londra, putem trimite o scrisoare sau un pachet ușor, în decurs de o oră-două, dintr-un punct al orașului la un alt punct. Soluția tehnică pentru realizarea acestui transport poate fi de mai multe feluri, din care unul se bazează pe forța magnetică.

Mesageriile se transmit pe cărucioare metalice, care se deplasează în tuburi de cupru. Aerul din aceste tuburi se evacuează cu ajutorul unor pompe, pentru ca rezistența lui să nu mai împiedice mișcarea cărucioarelor. Dar mișcarea aceasta nu e împiedicată nici de frecare: cărucioarele nu se deplasează pe șine, nu plutesc pe apă, și nici măcar nu alunecă prin aer, ci aleargă liber, susținute doar de liniile invizibile ale unei forțe magnetice uriașe. Deasupra tubului se montează, la anumite distanțe, electromagneți puternici. Aceștia atrag căruciorul metalic, care se mișcă în interior fără să poată cădea afară și fără a veni în atingere cu fundul tubului. Electromagnetul atrage deci căruciorul în sus. Acesta nu se lovește însă nici de partea superioară a tubului, deoarece greutatea sa proprie îl trage în jos: cînd ajunge în apropierea fundului, următorul electromagnet îl atrage iarăși în sus. Astfel,

căruciorul zboară în spațiul cu vid, sub efectul permanent al electromagneților, descriind o linie ondulată, fără frecare și fără ciocniri.

Cu astfel de instalații de transport se poate realiza o viteză foarte mare: 30 metri pe secundă, ceea ce corespunde la peste 100 kilometri pe oră.



Drumul pachetului în poșta tubulară electromagnetică.

O asemenea poștă eletromagnetică funcționează și la marea bibliotecă „Lenin” din Leningrad. Cu ajutorul ei, cărțile sînt transportate spre cititori. Ideea acestei instalații magnetice aparține profesorului sovietic Vainberg, care a proiectat și o cale ferată funcționînd după acest sistem.

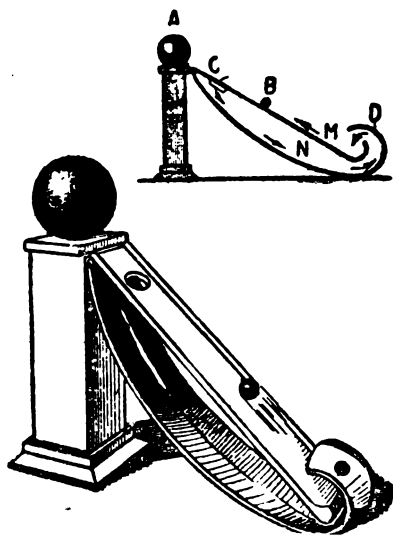
Un „perpetuum-mobile” magnetic

Alergînd după himerele „mișcării permanente”, oamenii nu au omis nici magnetul din calea cercetărilor lor. Ei au vrut să construiască un mecanism, care să se miște fără întrerupere cu ajutorul forței magnetice.

Să luăm un exemplu de asemenea mecanism experimentat în Anglia, în secolul al XII-lea, de un obsedat al acestei probleme. Iată cum își descrie acesta miraculoasa-i mașină:

Plasăm un magnet puternic, A , pe un stîlp mic. Sprijinim de stîlp două jgheaburi înclinate M și N , așezate unul sub celălalt. La capătul de sus al jgheabului superior M ,

se face o mică deschizătură *C*, iar jgheabul inferior *N* este curbat. Dacă introducem bila de fier *B* în jgheabul superior — după cum pretinde inventatorul — bila se va urca, atrasă de



„Perpetuum mobile“ magnetic.

magnetul *A*. Dar ajungînd în dreptul orificiului *C*, bila cade în jgheabul inferior, se rostogolește prin acesta în jos, intră în curbura *D* a acestui jgheab și de acolo urcă din nou în jgheabul superior *M*. De aici, sub efectul atracției magnetice, bila urcă iarăși pe jgheab în sus, cade din nou prin gaură, și așa mai departe... Continuîndu-și drumul în circuit închis, fără întrerupere, prin cele două jgheaburi, bila aceasta creează în adevăr iluzia

unui „perpetuum mobile“ magnetic. Dar numai iluzia, deoarece invenția nu este realizabilă. Raționamentul inventatorului a fost complet greșit! El a presupus că bila, odată ajunsă la capătul inferior al jgheabului *N*, va mai avea totuși viteza necesară pentru a se urca din nou, prin curbura *D*, în jgheabul superior.

Acest lucru ar fi posibil dacă bila s-ar rostogoli în jos, numai sub efectul forței de gravitație. În acest caz, ea ar cădea cu o viteză crescîndă. Bila se află însă sub influența a două forțe: a gravitației și a atracției magnetice. Iar ultima nu se manifestă numai cînd bila se rostogolește spre orificiul *C*, urcînd pe jgheabul *M*, ci și atunci cînd ea coboară pe jgheabul inferior. Atunci forța magnetică o atrage, trăgînd-o înapoi, astfel încît mișcarea ei nu se accelerează,

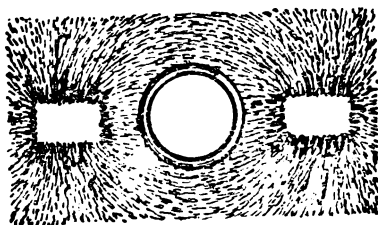
ci se încetinește și, chiar dacă ajunge pînă la capătul inferior al jgheabului curbat N , ea nu poate să aibă, în nici un caz, o viteză atît de mare, încît să mai urce, prin curbura D , spre locul inițial de plecare.

Cît de ușor se pot ascunde greșelile în proiectele unor asemenea „perpetuum-uri mobile“, rezultă și din cazul întîmplat în Germania, prin anul 1878, adică cu 30 de ani după descoperirea legii conservării energiei. Un inventator obținuse brevet pentru un „perpetuum mobile“ magnetic, care a fost, bineînțeles, tot atît de absurd, ca și celelalte. Firește că el nu și-a putut valorifica brevetul, așa încît a renunțat la el.

Păziți-vă ceasul!

Pe unele ceasuri se poate citi, în diferite limbi, inscripția: antimagnetic. Ce înseamnă asta și de ce e nevoie de ea?

Dacă mecanismul unui ceas obișnuit intră sub influența unui magnet, toate piesele de oțel ale ceasului, și, în primul rînd, spirala balansierului se magnetizează, iar mecanismul se oprește. Degeaba mai îndepărtăm după aceea magnetul, că piesele de oțel rămîn mai departe magne-



Liniile de forță, magnetice, nu pătrund în interiorul inelului de fier.

tizate și trebuie reparate temeinic sau chiar înlocuite. Nu este îngăduit să facem experiențe cu magneti, atîta timp cît avem ceasul pe mînă, afară numai dacă acesta poartă inscripția de care am vorbit: antimagnetic.

Cum se pot proteja ceasurile de influența magnetilor? Introducîndu-le într-o carcasă de fier. Este surprinzător faptul

că fierul, care se magnetizează ușor, nu lasă să treacă liniile de forță, magnetice! O experiență simplă demonstrează acest lucru.

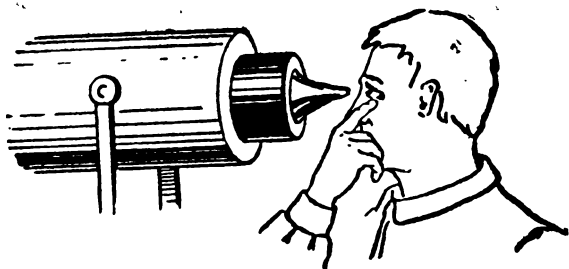
La lecția de fizică, liniile de forță magnetice pot fi făcute vizibile cu ajutorul piliturii de fier. Dacă plasăm între liniile de forță un inel de fier moale, acesta absoarbe liniile de forță și în interiorul lui nu se mai naște nici un efect magnetic.

Așadar, ceasornicele, ale căror mecanisme sînt protejate printr-o carcasă de fier sau oțel, pot fi apropiate chiar și de electromagnetul cel mai puternic. Ele vor merge și mai departe, exact.

Pentru electrotehnicienii care lucrează în apropierea unor magneți puternici este foarte important să aibă ceasornice cu inscripția „antimagnetic“.

„Doctorul“ electromagnet

În atelierele în care zboară așchii metalice, din mașinile ce funcționează acolo, se poate întîmpla ușor ca o bucățică de fier să intre cuiva în ochi. Dar e foarte periculos dacă în-



Electromagnetul atrage imediat șpanul de fier din ochi.

cercăm să scoatem șpanul cu degetul. Această mică operație se poate rezolva fără doctor și fără să atingem ochiul, folosindu-ne de un electromagnet, așa cum ne arată figura.

Se știe că busola arată totdeauna spre nord. S-a observat însă, în diferite puncte de pe glob, că acul magnetic deviază de la poziția lui obișnuită, în unele locuri spre est, și în altele — spre vest. Cercetînd motivul, este firesc să ne vină ideea că neobișnuita comportare a acului magnetic se datorește neapărat vreunei alte atracții magnetice, din apropiere.

Într-adevăr, în regiunile unde s-au constatat asemenea fenomene, s-au găsit în interiorul pămîntului, la mică adîncime, însemnate cantități de minereu de fier magnetic. Masa voluminoasă a acestui magnet atrage puternic acul busolei, împiedicîndu-l să funcționeze normal.

În împrejurimile orașului Kursk s-a observat, încă din anul 1784, această neobișnuită comportare a acului magnetic. Dar descoperirea a fost dată curînd uitării. Cu 90 ani mai tîrziu, în anul 1874, s-au remarcat din nou abaterile magnetice de la Kursk.

Au început atunci cercetări stăruitoare, bănuindu-se că devierile puternice ale busolei s-ar datora unor zăcămintे apropiate de minereu de fier magnetic.

Explorările au început, forajele au atins adîncimea proiectată, dar minereul căutat n-a fost găsit nicăieri! Astfel, interesul a scăzut. Au existat însă savanți care au rămas și mai departe fermi în convingerea lor științifică, și care au susținut că abaterile nu au putut fi provocate decît de mine-reul de fier.

În anul 1918, savantul Leist a ținut la Institutul de fizică al Universității din Moscova o conferință despre abaterile magnetice de la Kursk, demonstrînd că numai minereul de fier poate provoca acest fenomen. El nu a prezentat însă materialul său topografic.

Mai tîrziu, plecînd în Germania, pentru un tratament medical, și-a luat cu el și notițele respective. Leist a murit în

Germania și notele sale au dispărut. Dar când Germania imperialistă a încheiat cu tînăra Republică Sovietică așa-numita „păce de la Brest“, comandamentul german a insistat cu încăpăținare ca regiunea din jurul orașului Kursk să intre sub ocupația germană. Acest fapt, și încă unul, dovedesc că notele lui Leist căzuseră în mîinile germanilor; un capitalist german a oferit Republicii Sovietice rezultatele cercetărilor lui Leist, pentru suma de 8 000 000 ruble aur. Această încercare a fost însă și ea sortită eșecului!

Lenin a întrezărit imediat importanța uriașă a abaterilor magnetice de la Kursk. În urma dispozițiilor sale personale, cercetările au început încă în anul 1919. În urma lucrărilor savanților sovietici s-a dovedit că în regiunea Kursk există în adevăr, la o adîncime ușor accesibilă, zăcăminte uriașe de minereu de fier magnetic.

În timpul primului plan cincinal al Uniunii Sovietice au și început lucrările în vederea aducerii la suprafață a minereului de fier. Rezultatele, care au crescut din an în an, au fost întrerupte numai prin distrugerile hoardelor fasciste, în timpul Marelui Război pentru Apărarea Patriei.

În cursul planurilor cincinale de după război, explorările din regiunea Kursk au fost reluate.

Rezultatele obținute de atunci îndreptățesc speranțele că, în decurs de 10—15 ani, regiunea Kursk va fi una din regiunile industriale cele mai dezvoltate din U.R.S.S., ale cărei uriașe uzine vor contribui la construirea unor orașe noi, în care cultura va înflori și poporul muncitor va păși spre comunism.

Toate acestea se realizează, desigur, prin elanul muncii poporului sovietic. Însă primul semnal — chiar dacă a fost atît de slab — l-a dat unul din mijloacele modeste ale științei: acul magnetic.

ELECTRICITATEA

Cu o sută de ani în urmă

A acțiunea unuia dintre cele mai frumoase romane ale lui Jókai, „*Diamantele negre*“, se petrece în jurul anului 1870. Un detaliu foarte interesant al acestui roman îl constituie o conferință științifică pe care a ținut-o eroul principal, Ivan Berend, la serata unui grup de aristocrați. El a prezentat aici și o experiență din domeniul electricității. Cei de față așteptau cu mult interes începerea conferinței. Scriitorul caracterizează acest interes prin următorul dialog:

— *În sfârșit, se va produce și el cu mașina de electrizat!*

— *O să cînte din ea?*

— *Ce vorbești?! O să ne electrizeze pe toți.*

— *Da? Păi chiar era nevoie!*

— *O să fie minunat cînd o să-l așeze pe bătrînul baron Stefi pe izolatoare! Electrizarea face să și se ridice părul măciucă! Așa că lui... o să-i zboare peruca!*

— *Și unde e mașina asta afurisită?*

— *Colo, în dosul pupitrului de citit! Dar nu e voie să ne atingem de ea, fiindcă cei ce-o ating rămîn cu gura strîmbă!*

— *Vezi de treabă! Asta e o mașină pentru lumină electrică! O știi eu! Am mai văzut așa ceva și la Paris! Știi ce face? Dacă se fardează cineva la lumina ei, fardul se face imediat negru!*

Relatarea marelui romancier maghiar nu este o simplă poveste. Într-adevăr, în urmă cu mai puțin de un secol, electricitatea nu făcea decît obiectul unor slabe experiențe științifice, iar cei neinițiați nu auziseră despre ea decît, în cel mai bun caz, felurite zvonuri! Nu este deci de mirare dacă în legătură cu noua invenție s-au răspîndit ineptii de genul celor expuse mai sus.

În prezent, nici nu ne mai putem imagina viața de toate zilele fără electricitate! Și cu toate acestea, n-a trecut chiar așa de mult timp — cu puțin peste 100 de ani — de cînd ea a încetat să mai fie doar obiectul unor experiențe științifice sau distractive, de cînd a pășit pragul ușii laboratoarelor și a imprimat tehnicii, prin utilizarea ei practică, un elan uriaș!

Fără folosirea electricității, istoria ultimului secol ar fi de neînchipuit. Lumina electrică, soneria, telefonul, telegraful, radiofonia — pentru a menționa doar pe cele mai cunoscute din viața noastră obișnuită — ne ușurează traiul și munca.

Nici funcționarea fabricilor noastre n-ar mai fi de conceput fără electricitate! Producția de energie electrică este ceea ce caracterizează dezvoltarea industrială, ca și dezvoltarea culturală a oricărei țări.

Și dacă, pe lîngă toate acestea, mașinile și bogățiile naturale nu mai sînt în mîna capitaliștilor, ci în mîna poporului muncitor, înseamnă că s-a ajuns la un asemenea grad de dezvoltare, încît societatea să aibă deschis drum larg spre comunism. De aceea a spus Lenin: „Comunism = puterea sovietică + electrificarea întregii țări“.

Și în această carte ne ocupăm de fenomenele electrice, însă nu o facem nici pe departe așa cum ar trebui, față de însemnătatea lor. Motivul este că fenomenele electrice, cum și mij-

loacele necesare pentru a le produce, sînt adesea mult prea complicate, ca să le putem explica fără utilizarea matematicii superioare.

Am socotit totuși că merită să dăm aci — măcar prin cîteva exemple alese la întîmplare — o idee edificatoare despre acest deosebit de important domeniu al științelor fizice și tehnice.

Restaurarea documentelor vechi

Istoricii trebuie să studieze de multe ori suluri întregi de manuscrise vechi și deteriorate. Filele acestora s-au uscat, însă, și s-au lipit atît de mult între ele, în decursul vremurilor, încît s-ar fărîmița imediat, dacă am încerca să le desfacem! Ba, mai mult, ar exista chiar pericolul să se transforme în praf, înainte ca cercetătorii să fi putut arunca măcar o privire asupra lor.

Ce e de făcut? Iată, s-a născut o problemă! Aceea a dezlipirii filelor! O problemă care se poate soluționa ușor, cu ajutorul electricității!

Pe lângă Academia de Științe a Uniunii Sovietice funcționează un laborator pentru restaurarea documentelor. Aici se lucrează și la rezolvarea practică a acestei probleme.

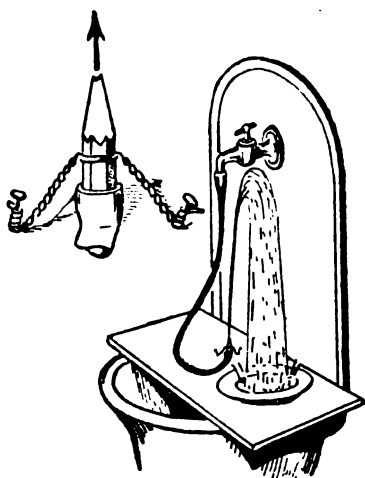
Soluția se bazează pe faptul, îndeobște cunoscut, că obiectele încărcate cu electricitate de același sens se reping între ele. Manuscrisele deteriorate se încarcă cu electricitate. Filele acestora, care stau strîns alăturate și uneori chiar lipite, primesc o încărcătură de același sens și se resping între ele. Astfel, fiecare filă se desparte de cea alăturată, fără să se dîstrugă.

O demonstrație „furtunoasă“

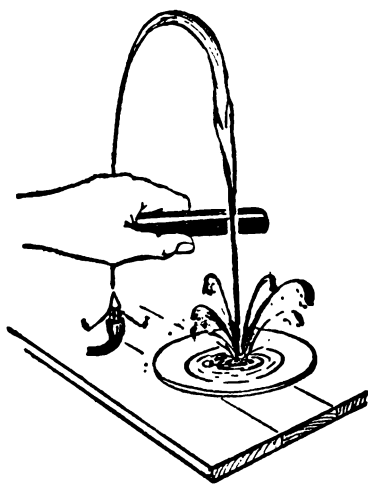
V-ați încălzit? Vreți să plouă?

Putem produce, ca prin farmec, o ploaie torențială, chiar la noi în cameră, folosind mijloace foarte simple, bazate pe

proprietățile electricității. Confectionăm, mai întâi, cu ajutorul unui tub de cauciuc, un mic joc de apă. Fixăm un capăt al tubului la robinetul de apă, iar pe celălalt îl astupăm cu un căpățîi de creion din care am scos mina. Este



Joc de apă. Figura de sus, din stînga, ne arată cum trebuie fixat capătul de creion fără mină, în tubul de cauciuc.



Sub influența barei de ceară roșie, frecată cu o bucată de postav, stropii se concentrează într-un șuvoi compact.

neapărată nevoie ca deschizătura tubului să fie foarte strîmtă, deoarece numai astfel jocul de apă va împrăști un șuvoi subțire.

Și pentru ca el să țîșnească nestîrjenit, capătul tubului trebuie fixat așa cum ne arată figura.

Iată-l, a început să funcționeze! Acum potrivim robinetul în așa fel, încît șuvoiul să urce pînă la aproximativ o jumătate de metru, drept în sus! Pînă la ploaia torențială nu mai e mult!

Luăm o bară de ceară roșie, de bună calitate, o frecăm cu o bucată de postav și o apropiem de șuvoiul de apă, iar ală-

turi de țîșnitură punem o farfurie întinsă. Să vezi „minune“! Șuvoiul care cădea pînă atunci normal, despărțit în șuvițe și stropi, ca orice joc de apă, la apropierea barei se adună strîns și lovește puternic farfuria, cu zgomotul unei ploi torențiale, care ne „bombardează“ geamurile.

Îndepărtînd bara de ceară roșie, furtuna încetează „ca prin farmec“, iar șuvițele și stropii de apă se împrăstie iarăși, cuminiți, ca în grădina publică!

Dacă prezentăm această „scamatorie“ în fața unui public, putem mînuî bara de ceară roșie întocmai cum fac „specialiștii“ cu „baghetele lor magice“.

Și acum, întrebarea: cum se naște „furtuna“ dintr-un joc de apă?

Prin frecarea cu bucata de postav, bara de ceară roșie s-a încărcat cu electricitate negativă. Apropiînd-o acum de stropii de apă, se încarcă și aceștia cu electricitate, și anume, cei din apropierea barei, cu electricitate pozitivă, iar cei mai depărtați, cu electricitate negativă. Avînd sensuri diferite de electricitate, stropii se atrag între ei și se contopesc într-un singur șuvoi compact.

Evitarea unui accident de muncă

După cum am văzut, prin frecare putem produce foarte ușor o încărcătură electrică. Aceasta are însă cîteodată un efect dăunător. Astfel, de pildă, curelele de transmisie capătă o încărcătură electrică, deoarece se freacă încontinuu de roata mașinii. Se poate întîmpla uneori ca această încărcătură să fie atît de mare încît din curele să sară scînteii și să provoace incendii!

Împotriva acestui inconvenient ne apărăm impregnînd cureaua de transmisiune cu un material bun conducător de electricitate.

Pe acest material încărcătura electrică nu se mai adună și deci accidentul este evitat.

Într-o zi mohorâtă, arătînd a furtună, din luna iunie 1752, locuitorii oraşului american Filadelfia văzură cu surprindere cum un cetăţean, în vîrstă de 46 ani, care se bucura de stima tuturor, lansa un zmeu.

Bărbatul, numai în aparenţă nesperios, nu era altcineva decît Benjamin Franklin, vestitul fizician şi luptător pentru libertate. Pe vremea sa, teritoriul de astăzi al Statelor Unite ale Americii era încă o colonie engleză. Fiind mereu în fruntea luptătorilor pentru independenţa patriei, Franklin şi-a cîştigat merite uriaşe, atît în această luptă de eliberare, cît şi mai tîrziu, în aceea de întărire a statului liber american.

De la sine înţeles, deci, că experienţa cu zmeul, făcută de Franklin, nu era o distracţie, ci o cercetare fizică foarte importantă. Sub influenţa electricităţii atmosferice, încărcătura electrică din zmeu s-a despărţit, astfel că electricitatea respinsă s-a scurs în pămînt, sub forma unor scînteii mari, prin cheia legată de capătul sforii.

Deşi, cîţiva ani mai tîrziu, s-a dovedit, în mod ştiinţific, că fulgerul nu este de fapt altceva decît o scînteie electrică uriaşă, Franklin rămîne primul care a demonstrat acest lucru, pe cale experimentală. Din sfoara zmeului său au sărit scînteii şi astfel bănuiala din trecut s-a transformat în certitudine. Un poet contemporan a scris despre el, pe drept cuvînt: „A smuls trăsnetul din cer şi spada din mîna uzurpatorilor“.

Puţin timp după ce Franklin a adus electricitatea atmosferică pe pămînt, s-a executat, la propunerea sa, primul paratrăsnet. În Europa, primul paratrăsnet a fost construit în anul 1754, deci în urmă cu peste 200 de ani. Cu toate acestea, nu putem afirma nici astăzi că ne putem apăra cu siguranţă împotriva trăsnetului.

Numai în Ungaria au pierit, în ultimii ani, 147 de oameni carbonizaţi de uriaşa scînteie. Tensiunea fulgerului este de

cîteva sute de milioane de volți, iar intensitatea curentului ce se produce cu ocazia descărcărilor electrice este de circa 20 000 amperi!

Cînd montăm un paratrăsnet pe casă, pe de o parte reducem tensiunea descărcării electrice, iar pe de altă parte îi canalizăm direcția, oferindu-i un drum pe unde poate să lovească și să se scurgă în pămînt, fără să ne producă pagube.

Cunoaștem două feluri de paratrăsnete: cel cu vîrf — al lui Franklin, și cel cu conductă. Puterea paratrăsnetului cu vîrf stă în acel con plat, montat în vîrfurile instalației de pe casă.

Se poate întîmpla însă ca acesta să nu apere nici măcar clădirile mai joase aflate în apropiere! Celălalt gen de protecție se compune din mai multe conducte, trase pe acoperișul și exteriorul zidurilor unei clădiri, îmbrăcînd-o ca într-o plasă.

La ambele tipuri, esențial este ca materialele din care se execută paratrăsnetul și conductele sale să fie foarte bune conducătoare de electricitate, iar priza de pămînt să fie bine făcută.

De aceea conductele se confecționează din cupru, iar pentru punerea lor la pămînt se întrebuintează o placă, avînd o suprafață întinsă.

La executarea instalației, accentul cel mai mare se pune asupra izolării liniilor aeriene pentru transportul descărcărilor electrice.

Acest lucru se rezolvă prin intercalarea în conducte a unor descărcătoare, care izolează — de imobil — tensiunea de exploatare, dar care sînt străpunse de tensiunea uriașă a trăsnetului.

Astfel, milioanele de volți și zecile de mii de amperi ajung la pămînt înaintea instalațiilor protejate. Tot așa se apără împotriva descărcărilor electrice și liniile aeriene de înaltă tensiune.

Franklin, Lomonosov și alți oameni de știință au demonstrat că fulgerul se naște, sub forma unor scînteii, prin ciocnirea electricității pozitive și negative din atmosferă. Scînteia electrică încălzește aerul înconjurător pe care-l străbate, aerul mai cald își părăsește locul, ridicîndu-se mai sus, și atunci în calea fulgerului se produc mereu comprimări și rarefieri ale straturilor.

Aerul rarefiat conduce mai bine electricitatea decît cel comprimat și de aceea trece fulgerul prin porțiunile cu aer mai rar.

Dar, pe unde a trecut, căldura sa enormă provoacă alte comprimări și alte rarefieri, și de aceea fulgerul trebuie să-și

schimbe mereu direcția. Așa se produce drumul său în „zig-zag“, drum asemănător, adesea, ramificațiilor unui fluviu — reprezentat, grafic, în modul cel mai simplu, printr-o linie frîntă.



Cît costă un fulger?

Cît costă un fulger?

Puține fenomene naturale sînt legate de atîtea superstiții, ca fulgerul.

Există oameni cărora le este groază de furtună, iar

alții consideră — la fel ca și străbunii noștri — că trăsnetul ar fi o pedeapsă a unor puteri divine. Acești oameni s-ar îngrozi, cu siguranță, dacă ar auzi că noi avem de gînd să calculăm cît costă un fulger! Că vrem, adică, să aflăm

— nici mai mult, nici mai puțin — prețul „săgeții lui Dumnezeu“!

Noi știm însă că fulgerul nu este semnul mîniei unor puteri supranaturale și nu pedepsește păcatele nimănui. El este rezultatul unei descărcări electrice în care intervine aceeași formă de energie ca și la încălzirea fierului de călcat sau iluminatul locuinței noastre.

Întrebarea este, deci, cît ar trebui să plătim, dacă am consuma o cantitate de energie electrică egală cu cea risipită prin fulgere, în timpul unei furtuni?

Cum putem calcula cantitatea de energie electrică (în watt-ore)? Iată cum: înmulțim numărul de volți cu numărul de amperi, adică tensiunea electrică cu intensitatea curentului, iar rezultatul îl înmulțim apoi cu durata utilizării, exprimată în ore.

S-a reușit să se determine tensiunea care provoacă fulgerul.

Ea ajunge, în unele cazuri, pînă la 1 000 de milioane de volți, iar intensitatea curentului a fost stabilită la 20 000 de amperi!

Tensiunea nu atinge însă întotdeauna această valoare maximă, variind între zero și 1000 de milioane de volți. De aceea, la calculul energiei descărcărilor, vom lua în considerare o tensiune medie, adică jumătate din tensiunea maximă.

Puterea descărcării este deci de

$$\frac{1\,000\,000\,000 \times 20\,000}{2} = 10\,000\,000\,000\,000 \text{ wați, sau}$$

10 000 000 000 kilowați.

E, în adevăr, o cifră uriașă! Nici vorbă să putem achita o asemenea notă de plată, dacă am consuma așa mult curent electric! Într-o gospodărie obișnuită, plata atîtor bani ne-ar face în buget o gaură imensă.

Dar să nu ne speriem prea rău! Nu e vorba chiar de 10 miliarde de kilowați-oră, deoarece un fulger nu ține o oră! Atît ar mai lipsi! El nu scînteiază decît cel mult a mia parte dintr-o secundă. Deci...

Avînd în vedere că plătim curentul electric în kilowat-ore și un kilowat-oră costă 0,60 lei, iar într-o oră sînt 3 600 000 de miimi de secundă, valoarea în bani a unui fulger este de

$$\frac{10\,000\,000\,000 \times 0,60}{3\,600\,000} = 1\,666 \text{ lei}$$

N.T. În lei, calculul e următorul:

$$\frac{10\,000\,000\,000 \times 0,60 \text{ lei (costul unui kw/oră)}}{3\,600\,000} = 1\,666 \text{ lei}$$

E scump? Suma pare să nu fie exagerată, căci energia fulgerului este de sute de ori mai mare decît energia necesară lansării unui proiectil al artileriei grele, și cu toate acestea nu reprezintă, potrivit tarifului uzinelor electrice, un preț chiar atît de mare.

„Focul sfîntului Elmo“

Înaintea declanșării unei furtuni s-a putut observa cîteodată un fenomen foarte curios: la capătul de sus al unor obiecte înalte sau al unor vîrfuri ascuțite au apărut fascicule luminoase. Aceste fascicule luminoase au mai apărut în vîrful turnurilor bisericilor, sau în vîrful lănciilor soldaților din războaiele străvechi...

În jurul lor s-au brodat, în cursul vremii, nenumărate povești și superstiții. Pîna și numele fenomenului e curios: „focul sfîntului Elmo“!

Se spune că un căpitan de vapor a poruncit odată unui marinar să aducă jos focul sfîntului Elmo, foc pe care-l vă-

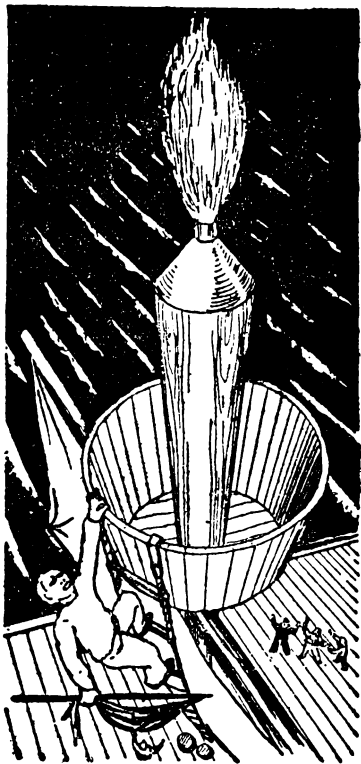
zuse lucind în vârful catargului său, deasupra drapelului. Marinarul s-a urcat să aducă focul, împreună cu steagul, dar cînd a scos steagul de pe catarg, flacăra a sărit în vârful catargului și de acolo nimeni n-a mai putut s-o ia.

Ne putem închipui ușor ce groază au simțit și marinarii noștri în fața acestei priveriști, într-o vreme cînd explicația fenomenului nu era nici pe departe cunoscută. Și mai ales cînd cel cu steagul, coborînd pe punte, le-a povestit că focul sfîntului Elmo — rămas sus, pe catarg — este rece! El nu frige, dar trosnește, ca lemnul umed cînd arde!

Astăzi, noi sîntem perfect lămuriți că focul sfîntului Elmo nu are nici în clin, nici în mîneacă... cu sfinții. Are, în schimb, cu fizica.

Este un soi de descărcare electrică, ce se produce numai pe electrozii cu vîrf ascuțit. Dacă încărcătura electrică s-a adunat în aceste vîrfuri în cantități mari, ea începe să se scurgă radiind fascicule luminoase, ce se văd foarte bine mai ales pe întuneric.

Focul sfîntului Elmo a putut fi observat nu numai cînd e atmosfera încărcată, în timpul verii, ci și cu ocazia unor furtuni mai puternice, de iarnă. El apare cîteodată și în vîrfurile urechilor cailor, ba chiar în vîrfurile coamei lor.



Focul Sfîntului Elmo.

„Minunea sfântului“ nu este așadar nimic mai mult decât o obișnuită manifestare a electricității atmosferice. Asta se poate dovedi ușor prin experiențe, în orice laborator.

Și un „perpetuum mobile“ electric

Mecanisme, ce să meargă-n veci,
Secole de-a lungul căutară
Înțelepții vremii... Dar n-aflară!...
De-ale minții margini, cum să treci?

Astfel scria Arany János în septembrie 1850, în poemul său intitulat „Cugetări asupra Congresului Păcii“. El menționează aici „perpetuumul mobile“, ca pe o problemă caracteristică științei timpurilor de mult apuse.

Și cu toate acestea, chiar pe vremea lui, inventatori obsedați reveneau mereu asupra fanteziei chinuitoare a mișcării fără de sfârșit, desigur sub altă formă acum decât în Evul Mediu.

Ei culegeau „inspirații“, mereu noi, din descoperirea dinamului și a motoarelor electrice. Credeau că au ajuns, în sfârșit, să descopere un adevărat „perpetuum mobile“, datorită unei idei extrem de simple și aparent realizabile.

În esență, „ingeniosul“ lor proiect era cam acesta: șai-bele electromotorului și dinamului se leagă printr-o curea de transmisie, iar cablul dinamului se leagă la motorul electric. Imprimăm dinamului o rotație de pornire. Aceasta produce un curent electric. Prin cablu, curentul ajunge de la dinam la electromotor, și îl pune în mișcare, iar cureaua de transmisie duce apoi mai departe energia de mișcare a motorului spre șaiba dinamului, întreținându-i permanent mișcarea. Dinamul produce din nou curent, pe care-l revarsă spre motor... și așa mai departe. Cele două mașini se pun în mișcare una pe alta — pretindeau „inventatorii“ — și

această mișcare continuă până când cele două mașini se distrug prin uzură.

Minunată idee! Și ce ușor pare de înfăptuit! Ea nu se va pune, însă, niciodată în practică, oricât de mulți „specialiști” s-ar mai încumeta!... Încercînd să cupleze mașinile conform proiectului, „ingenioșii” au constatat cu mirare că nu vrea să se miște niciuna din ele. De „perpetuum mobile”, nici vorbă!

Nu e greu să constatăm absurditatea acestei idei. Mai întîi, noi știm că nu există nici o mașină care să lucreze cu un randament de 100%, care să fie deci în măsură să transforme totalitatea energiei primite. Dar chiar de am presupune că dinamul și electromotorul ar lucra cu un asemenea randament, de 100%, ele tot n-ar putea lucra fără oprire, decît dacă și-ar elimina complet frecarea.

Dar în caz că nu ar exista frecare, orice roată care ar fi fost antrenată, s-ar mișca în vecii vecilor. O asemenea mișcare nu ne-ar fi de nici un folos, deoarece, cînd am obliga „mașina” să presteze o muncă exterioară, ea s-ar opri imediat ce a consumat energia primită.

Dacă există frecare, instalația nu se mișcă de loc. Dacă însă dinamul și electromotorul „inventatorilor” s-ar roti absolut fără frecare — ceea ce este imposibil — nici măcar atunci realizarea unui „perpetuum mobile” nu ar prezenta interes. Să zicem că s-ar mișca încontinuu. Ei, și? Această mișcare nu ar face altceva, decît să transforme neconținut energia de mișcare în curent electric și invers, obținîndu-se un circuit închis, inutil, fără nici o capacitate de a presta o muncă exterioară.

Este interesant — și nostim, în același timp — că oamenii care s-au străduit să realizeze, pe această cale, un „perpetuum mobile”, nu s-au gîndit la o soluție mult mai simplă a ideii de bază. Cu aceeași logică, cu care sperau să înfăptuiască un „perpetuum mobile” prin cuplarea unui

dinam cu un motor electric, puteau să-și pună ideea cuplării a două simple roți printr-o curea de transmisie! Astfel, una dintre roți ar învîrți neconținut pe cealaltă, și invers, sau — simplificînd și mai departe ideea — ar fi suficientă chiar o singură roată. Învințind-o, partea din dreapta ar pune în mișcare partea din stînga, care la rîndul ei ar contribui la rotirea părții din dreapta.

Imposibilitatea acestor două idei ne sare, bineînțeles, imediat în ochi, deși esența lor este aceeași ca și la combinația, mai spectaculoasă, a dinamului cu electromotorul.

Cît despre realizarea practică sau utilizarea lor, toate trei nu merită atenție, deoarece au la bază același raționament eronat.

De ce nu ruginește tabla zincată?

Oricît de ciudat s-ar părea, tabla zincată, din care se confecționează multe articole industriale și casnice — ca, de pildă, găleata pentru apă — se comportă cîteodată ca un element galvanic. Din ce constă, de fapt, elementul galvanic? Din două metale diferite, introduse într-un lichid.

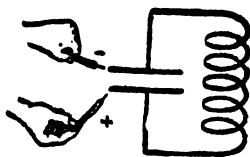
În cazul de față, fierul și zincul formează cele două metale diferite, iar lichidul este umiditatea din atmosferă, ploaia, sau orice altă apă.

Confecționînd un element galvanic din fier și zinc, zincul va forma totdeauna polul pozitiv, iar fierul, pe cel negativ. Stropind deci cu apă perețele găleții noastre, pentru fiecare picătură se va forma cîte un minuscul element galvanic. El va produce chiar un slab curent electric, avînd ca pol negativ fierul. Curentul descompune apa în componenții săi, adică în oxigen și hidrogen din care oxigenul se separă totdeauna la polul pozitiv, deci în cazul de față la zinc. De aceea fierul nu poate veni în contact cu oxigenul, ceea ce este foarte important, pentru că tocmai oxigenul provoacă ruginirea lui.

Dacă am îmbrăca fierul în cupru, s-ar întâmpla exact contrariul: fierul ar forma polul pozitiv al elementului, iar oxigenul s-ar degaja aici și l-ar face să ruginească repede. Este lucru știut, de altfel, că țințele de fier bătute în tablă de cupru oxidează imediat.

Acul de cusut mofturos

Se știe, din istoria fizicii, că efectul magnetic al curentului electric a fost descoperit, în anul 1820, de fizicianul danez Oersted, profesor la Universitatea din Copenhaga. El a arătat, cel dintâi, și cu toată precizia, în notele sale scrise, importanța uriașă a acestui fenomen.



Dar, marinarii ruși observaseră, cu mult timp înainte, că pe timp furtunos acul busolei nu mai funcționează normal și că magnetismul lui poate

Descărcarea plăcilor unui condensator, prin intermediul unei bobine.

dispare sub efectul fulgerelor. Ei nu știau însă pe vremea aceea ce anume provoacă aceste „furtuni magnetice“. În orice caz, de aci s-a tras concluzia că dacă electricitatea anihilează magnetismul, atunci și fenomenul invers — magnetizarea prin electricitate — s-ar putea să fie realizabil. Putem magnetiza un ac de fier prin scînteii electrice? Mulți au făcut asemenea experiențe, de la începutul secolului al XIX-lea înapoi, punîndu-și mereu întrebarea: care dintre capetele acului va fi Polul Nord al magnetului?

Dintre toți, fizicianul francez Felix Savart a făcut cele mai stăruitoare și concludente experiențe. El a produs scînteia electrică, cu o butelie de Leyda, notîndu-și că învelișul exterior al acesteia a primit o încărcătură pozitivă, iar interiorul ei, o încărcătură negativă.

Descărcînd butelia printr-o bobină de sîrmă, el observă sclipirea unei scînteii, iar acul de cusut așezat în interiorul bobinei se magnetizează. Repetînd experiența de nenumărate ori, a constatat că acul de cusut avea Polul Nord cînd la un capăt, cînd la celălalt. Deși nu modifica nimic în instalația experimentală, Savart obținea mereu alte rezultate. Se părea că nu există nici o regulă pentru formarea Polului Nord și Sud.

Ca și cum poziția polilor magnetici ar fi depins numai de capriciile acelor de cusut.

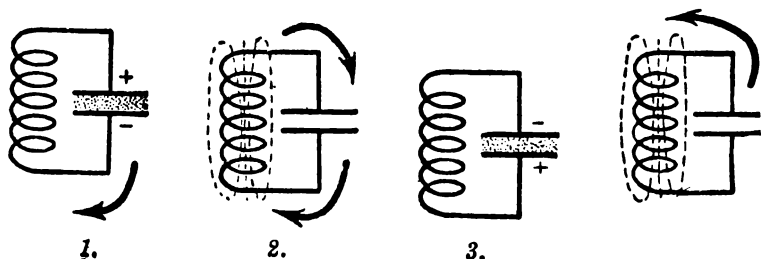
Explicația curiosului fenomen a fost găsită cu mult mai tîrziu, în partea a doua a secolului al XIX-lea.

Butelia de Leyda este un condensator, la care o placă este încărcată pozitiv, iar cealaltă negativ. Cînd condensatorul acesta a fost legat cu o bobină, s-a produs în el un proces electric ciudat. Carcasa cu încărcătura negativă a condensatorului poate fi comparată cu o sală de așteptare, în care călătorii se agită nerăbdători, așteptînd să le vină trenul. Călătorii nerăbdători sînt, în acest caz, electronii, care doresc să călătorească spre placa cu încărcătură pozitivă a condensatorului, dar sînt împiedicați de stratul de aer izolant dintre cele două plăci, sau, la butelia de Leyda, chiar de sticlă. De aceea electronii se adună pe suprafața plăcii cu încărcătură negativă.

În sfîrșit, începe urcarea în vagoane ! Se leagă cele două plăci cu capetele bobinei și se deschide astfel comunicația între plăci. Dar, după cum se vede, trecerea electronilor prin bobină nu este chiar așa de simplă, cum era de așteptat. Într-adevăr, în momentul în care începe călătoria electronilor, se formează în jurul bobinei un cîmp magnetic de intensitate variabilă, care produce în bobină un alt curent, un curent de inducție. Acest curent indus are însă o direcție opusă față de direcția inițială a mișcării electronilor. Dacă nu s-ar întîmpla așa, curentul s-ar amplifica singur și s-ar

forma un fel de „perpetuum-mobile“. Acest fenomen se cheamă self-inducție.

Electronii în mișcare trebuie să învingă rezistența provocată de self-inducție și de aceea curentul se amplifică numai treptat. În sfârșit, un grup de electroni a ajuns la placa cu încărcătură pozitivă. Am putea crede că acum descărcarea



1 — Migrațiunea electronilor începe în direcția săgeții.

2 — În jurul bobinei se formează un câmp magnetic de intensitate variabilă, care produce în bobină, prin inducție, un curent de sens opus, și astfel...

3 — ... plăcile capătă și ele o încărcătură de sens opus față de cea pe care o aveam mai înainte.

se întrerupe. Dar nu se întâmplă așa ! Self-inducția se amestecă iarăși în procesul de intensificare al curentului. Bobina a căpătat un câmp magnetic puternic, care nu poate dispărea fără urme.

În timp ce slăbește, câmpul magnetic produce din nou în bobină un curent de inducție și anume de același sens cu cel în curs de dispariție. De aceea curentul nu se oprește dintr-odată, ci numai treptat.

În acest timp se adună electroni în placa ce avea pînă acum încărcătură pozitivă; condensatorul se reîncarcă și procesul se repetă, însă în sens invers. Electronii fac așadar un du-te-vino de la o placă la cealaltă, ca și cum ar oscila un pendul, producînd ceea ce noi numim o descărcare oscilantă.

Desigur, acum putem înțelege de ce nu i-a reușit lui Savart să magnetizeze acul de cusut, așa cum proiectase. Când electronii merg într-o direcție, ei magnetizează acul, dar când merg în direcție opusă, polii se inversează. \

Această oscilație are o frecvență extrem de mare, și nu se poate ști niciodată care a fost ultima direcție de trecere a electronilor. Ori, tocmai această direcție a lor determină care e poziția polului nord al acului!

Un asemenea sistem, format din condensatori și bobină de self-inducție, există la orice aparat de radio-recepție. El se numește circuit oscilant.

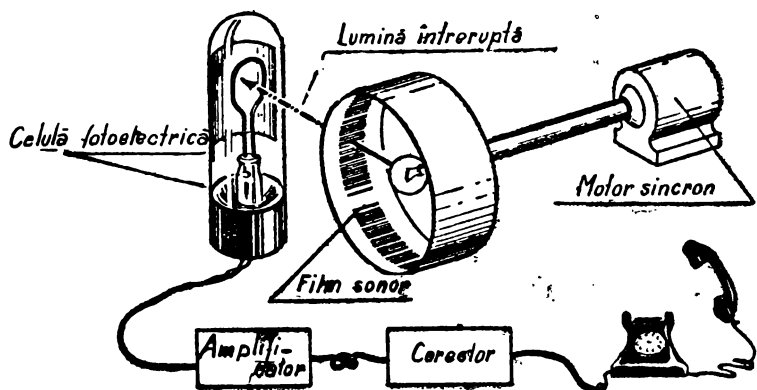
Cine dă „ora exactă“?

Dacă formăm pe discul telefonului nostru numărul special de la centrală și cerem „ora exactă“ auzim o voce liniștită și plăcută care anunță: „ora 14,20 de minute și 40 de secunde“. Iar dacă ținem receptorul mai departe la ureche, auzim iarăși: „ora 14,20 de minute și 50 de secunde“. După aceasta ascultăm degeaba, legătura noastră întrerupându-se, în mod automat.

În ceea ce privește exteriorul, „ceasornicul vorbitor“ nu corespunde nici pe departe numelui ce i-am dat. În interior, însă, el este în adevăr un mecanism foarte precis cuplat cu un tambur mare de aluminiu. La o margine a tamburului se află filmul sonor.

Înregistrarea se poate face prin diferite metode. Una din ele constă în proiectarea luminii unui bec foarte puternic pe o fantă îngustă, iar de acolo, prin intermediul unei lentile, pe filmul sonor. Deschizătura fantei nu este fixă, ci e formată din doi conductori mobili, plasați într-un câmp magnetic. Dacă prin acești conductori trece un curent electric, marginile fantei se mișcă și deschizătura se mărește sau se îngustează. Trimițând prin marginile fantei curentul ampli-

ficat al unui microfon, aceste margini vor lăsa să se înregistreze pe peliculă mai multă sau mai puțină lumină, după cum sunetul va fi mai intens sau mai slab. Vom vedea, astfel, pe film, dinți de lungimi diferite, care alternează potrivit



Funcționarea ceasornicului vorbitor.

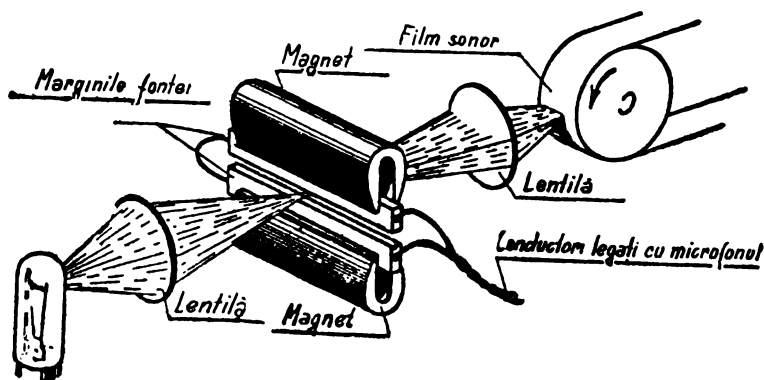
sunetelor ce vin de la microfon. Nu mai rămâne acum altceva de făcut decât să citim invers. Această citire o facem cu ajutorul celulei fotoelectrice, dispozitiv care inversează înregistrarea făcută, transformând imaginile luminoase în curent electric.

Dar oricât de intensă ar fi, lumina nu poate produce decât un curent electric de câțiva micro-amperi. De aceea, curentul trebuie amplificat prin tuburi electronice.

Lumina cade, deci, pe celula fotoelectrică, după ce a trecut prin filmul pe care s-au înregistrat sunetele. Ea este mai puternică, sau mai slabă, potrivit alternanței lății dinților. În celula fotoelectrică se produce deci un curent de intensitate variabilă, care este condus, după amplificare, la difuzor. Aici el se transformă iarăși în sunet.

Pe o bandă separată se imprimă orele, pe alta minutele și pe a treia, secunde. Fiecare este citită prin celule foto-

electrice separate. Celula care citește orele, spune timp de un ceas, mereu: ora 5, ora 5, ora 5... După fiecare anunțare, se declanșează celula care citește minutele și care repetă timp de 1 minut același text: și 20 de minute, și 20 de mi-



Astfel se imprimă sunetul pe peliculă!

nute, și 20 de minute... Între acestea, o a treia celulă anunță o singură dată zecile de secundă.

Închipuiți-vă ce liniște și ce întuneric domnește în cabina în care se întâmplă toate acestea!

De ce s-a oprit aparatul de radio?

Goneam cu mașina de la Buda la Pesta, trecînd prin „Tunel“ și Podul cu lanțuri. Postul de radio-emisiune transmitea tocmai un program care îmi plăcea, și de aceea am deschis aparatul de radio, savurînd o melodie frumoasă.

Dar în momentul în care mașina intră în tunel, muzica se întrerupse! Ei! — mă înfuriai eu — acum îl găsi să se strice? În acest timp, mașina mergea cu viteză mai departe și, pînă să dau curs gîndurilor, eșisem din tunel... Minune! Aparatul funcționa din nou. N-avusese nimic! Dar chiar nimic?...

Cerui repede — și tot în gînd — scuze inventatorului aparatului de radio și tuturor acelora pe care îi jignisem, cîteva secunde mai înainte. De fapt, trebuia să știu că în tunel aparatul de radio nu poate să funcționeze. Îl oprise „cineva“ !

Mai sus am arătat felul cum putem proteja împotriva efectelor magnetice mecanismul fin, de oțel, al ceasornicului. Introducem mecanismul într-o carcasă de fier care nu permite trecerea liniilor de forță magnetice prin ea.

După cum se știe, există influențe la distanță, nu numai magnetice, ci și electrice. Antena stației de radio-emisiune emite unde avînd oscilații foarte dese, care se propagă în aer cu viteza luminii, adică cu aproximativ 300 000 km pe secundă. Aceste unde se recepționează de către antena aparatului de radio.

Așa cum magnetismul nu poate să treacă prin carcasa de fier, la fel și oțelul pune o umbră electrică de nepătruns în calea undelor radiofonice. Astfel, undele emise de stația de radio nu trec prin pereții de beton armat ai tunelului și de aceea aparatul nu a funcționat în tunel.

Chestie... de viteză !

Undele radiofonice parcurg, deci, un drum de 300 000 km pe secundă, la fel ca lumina. Undele sonore, în schimb, se propagă de aproape 1 000 000 de ori mai încet, viteza lor fiind de 340 m pe secundă.

Știind acest lucru, putem răspunde ușor la o întrebare, ce ar părea ciudată în primul moment:

Să presupunem că posturile de radio transmit o reprezentare a Teatrului de Operă din Budapesta. Cine aude mai repede muzica, cel care se află în sală la o distanță de 20 m de scenă, sau cel care ascultă reprezentația la radio, la Seghedin — oraș situat la o distanță de circa 200 km de

Teatrul de Operă din Budapesta? După cele de mai sus, nimeni nu va mai fi surprins dacă află că sunetele ajung mai repede la ascultătorul de la Seghedin!

Într-adevăr, undele radiofonice parcurg drumul de 200 km în $\frac{200}{300\,000} = \frac{1}{1\,500}$ secunde, iar sunetul parcurge distanța de 20 m în $\frac{20}{340} = \frac{1}{17}$ secunde.

De aici se poate vedea că sunetul ajunge aproximativ de 90 de ori mai repede la ascultătorul de la Seghedin, decât la spectatorul din sala Operei. Firește că și $1/17$ -a parte dintr-o secundă reprezintă un timp atât de scurt, încât nimeni nu observă diferența de timp care trece între emiterea sunetului și perceperea lui.

Radarul, o „minune“ reală!

În cursul celui de al doilea război mondial, apăreau mereu, în ziare, știri din care rezulta că vasele de război au început să bombardeze, de la mare distanță, vapoarele inamice, în timpul nopților întunecoase, provocându-le pierderi serioase.

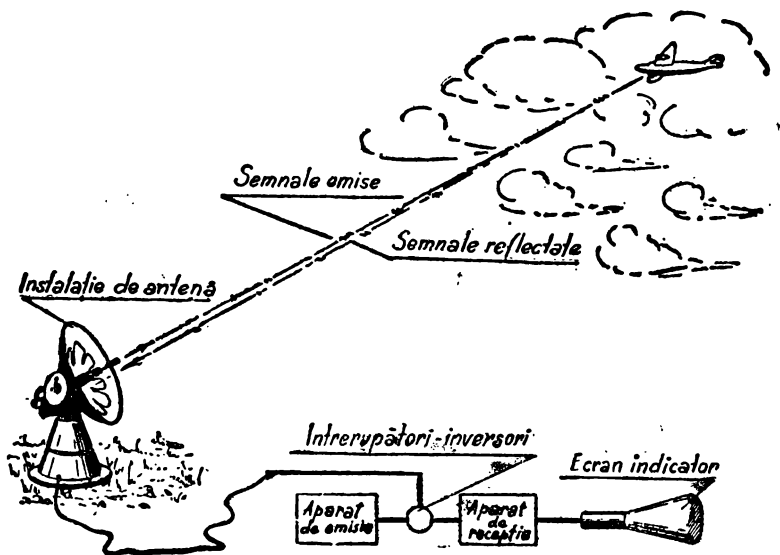
Știrile relatau, de asemenea, că unele contra-torpiloare au reușit să descopere, în bezna nopții sau pe o ceață deasă, submarine inamice și să le scufunde.

Aceste bătălii maritime, care durau uneori numai câteva clipe, aveau loc întotdeauna și pretutindeni, pe ceață, sau noaptea, cînd, în mod normal, nu se puteau face nici un fel de observări.

Cum au putut fi recunoscute, atunci, obiectivele? Este evident că s-a întrebuintat un mijloc nou. Gazetarii au și făcut aluzii că flota dispune de un „dispozitiv secret“.

Dar „dispozitivul“ cel nou își puna în valoare succesele nu numai pe mări, ci și în luptele aeriene.

Proiectilele ce mergeau direct la țintă, sau tunurile anti-aeriene, nu fuseseră prea perfecționate, iar metodele de ochire nu se schimbaseră, nici ele, prea mult. Și totuși, se reușea să se descopere, noaptea, sau pe o ceață deasă, obiectivele îndepărtate care nu puteau fi văzute direct.



Determinarea distanței și a direcției, prin radar.

S-a crezut la început că obiectivul fiind legat prin radio de punctul său de sprijin, se trădează astfel. Deci, ar fi fost posibil, ca din direcția undelor radiofonice să se poată determina locul obiectivului.

Această presupunere s-a dovedit totuși neîntemeiată, deoarece obiectivul era descoperit chiar și atunci când aparatul său de radio-emisiune nu funcționa !

Și — ceea ce era mai ciudat — vânătorii de noapte nimereau avioanele inamice, fără să le fi văzut !

Se născuse, deci, o armă nouă. Faima ei creștea neconștient, de numele ei erau legate mereu alte victorii, tot mai

strălucite, pe uscat, în aer și pe apă. Și în timp ce propaganda fascistă urla peste tot despre „arma minune“, inexistentă, în armata sovietică tot mai mulți își însușeau mînuirea

noii [arme: radarul. Succes nou și însemnat al științei radiotehnice, radarul și-a manifestat prezența în timpul războiului, dar el reprezintă și pe timp de pace un ajutor extrem de prețios pentru marinari și aviatori.

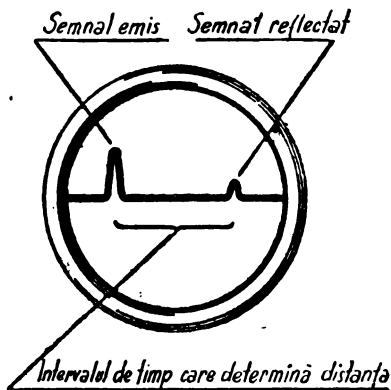
Radarul mai are însă o mare importanță și ca mijloc pentru noile cercetări științifice. Cu ajutorul lui s-a putut face pentru prima oară „legătura radiofonică“ cu luna. La 10 ianuarie 1946 s-au recepționat semnale de

radar, reflectate de lună! În prezent, și astronomii folosesc radarul, pentru observarea meteoritilor.

Care este principiul de bază al radarului?

Se știe că undele radiofonice sînt reflectate de obiectele aflate în aer, la fel cum sînt reflectate razele luminoase de către o oglindă. Observatorul trebuie să recepționeze însă aceste unde. Firește, că undele radiofonice trebuie dirijate, deoarece altfel ele se împrăștiu în toate direcțiile și, prin urmare, reflectarea se face din toate părțile. Undele pot fi reflectate dinspre sud de către un castel și, în același timp, dinspre nord, vest și est de către un siloz, avion, coș de fabrică etc.

Pentru a determina care dintre ele este obiectivul ce ne interesează, trebuie să stabilim mai întîi direcția acestuia. Cu ajutorul radarului putem găsi precis direcția.



Astfel de semne se pot vedea pe ecranul tuburilor de raze catodice, folosite la determinarea distanței.

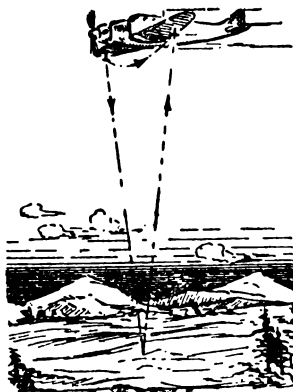
Dar numai direcția, în sine, tot nu este suficientă, dacă nu cunoaștem și distanța obiectivului. Distanța se determină pe baza timpului, măsurat între emiterea semnalului radiofonic și recepționarea celui reflectat. Metoda e asemănătoare celeia prin care măsurăm distanțele cu ajutorul sunetului, folosind fenomenul ecoului.

Undele radiofonice studiază atmosfera

Încă înainte de descoperirea radarului, fenomenul reflectării undelor radiofonice era folosit pentru studierea straturilor superioare ale atmosferei. Acolo, aerul este foarte rarefiat iar straturile superioare dispun de o puternică încărcătură electrică. Aceste straturi formează împreună „ionosfera“. Ionosfera reflectă undele radiofonice și se comportă față de ele ca o oglindă uriașă care înconjoară globul pământesc.

Poziția ionosferei variază încontinuu, în funcție de puterea radiației solare și de aceea știința care se ocupă cu structura atmosferei trebuie să urmărească mereu poziția ionosferei. Avioanele sau baloanele nu se pot ridica la înălțimi atât de mari, căci ionosfera se întinde la mai multe sute de kilometri înălțime.

De aceea, pentru cercetarea ionosferei, savanții au construit un aparat de radio care emite o fascicolă îngustă de unde, în direcție verticală. Undele reflectate de ionosferă au fost recepționate de un alt aparat, special construit, cu care se pot măsura, datorită unor instalații ingenioase —



Măsurarea înălțimii cu ajutorul undelor radiofonice reflectate.

intervalele de timp extrem de scurte, ajungînd pînă la miimi de secundă.

Cu ajutorul undelor radiofonice putem determina și înălțimea de zbor a avioanelor. Altimetrele folosite aci nu radiază însă undele radiofonice în sus, cu stațiile ionosferice, ci în jos, spre pămînt. Pilotul care străbate, de departe, suprafața pămîntului, poate vedea cu precizie cît de gros este stratul de aer de la avion pînă la sol.

23. *O în trebare... la subiect:*

De ce găscam — în timpul ultimului război mondial, după activitățile aviatice nocturne, firișoare de staniol răs-pîndite pe pămînt?

Un nou instrument muzical... electric: Emiritonul

Știința poate da și fenomenelor neplăcute o întrebuintare folositoare.

Așa s-a întîmplat cu fluierăturile asurzitoare, frecvente, ale unor aparate de radio-recepție, care enervează la culme pe ascultătorii emisiunilor radiofonice!

Fluierăturile sînt provocate de schimbarea de frecvență a oscilațiilor circuitului oscilant al aparatelor de radio-recepție, — care se produce atunci cînd cineva se apropie cu mîna sau cu un obiect metalic. Din această cauză se schimbă și înălțimea sunetului emis: aparatul fluieră pe tonuri foarte diferite.

Era deci firească ideea să nu lăsăm variațiile înălțimii sunetelor la voia întîmplării, ci să le provocăm noi înșine.

Astfel s-au dezvoltat instrumentele muzicale radiofonice. Primul instrument electric de acest gen a fost o cutie mică avînd pe capac o bară metalică de 20—25 cm lungime. Muzicianul nu avea altă sarcină decît să-și apropie și să-și îndepărteze mîna de bara metalică — și cutia începea să cînte.

În această formă nu s-au putut cînta decît melodii simple, așa încît ascultarea instrumentului era infinit mai puțin distractivă decît audiția unei orchestre. Mai tîrziu însă, s-au construit aparate muzicale electrice tot mai noi și mai perfecționate, care lăsau să se audă sunetul mai multor instrumente muzicale în același timp.

Un astfel de aparat-instrument este cel denumit „emiriton“, al cărui nume are o origină destul de complicată: primele 3 litere însemnează instrument muzical electric. Litera „r“ este inițiala unuia dintre inventatori, a renumitului compozitor Rimsky-Korsakov. Litera următoare, „i“ este inițiala celui de-al doilea inventator, inginerul Ivanov. Ultima silabă, în sfîrșit, reprezintă noțiunea de „ton“.

Emiritonul seamănă ca aspect cu o pianină mai mică și pe clapele lui se cîntă cu mîna, la fel ca la pian. Are două rînduri de clape: cîntînd pe unul din ele, auzim sunete ce seamănă a clarinet iar din celălalt scoatem melodia dulce a viorii. Sau putem imita vocea omenească!

Emiritonul ne redă 50 de feluri de modulații ale sunetului, ca și cum ar cuprinde toate instrumentele, începînd de la flaut și pînă la cel mai mare contrabas. Intensitatea tonului poate fi variată și ea cu o finețe extraordinară: de la zumzetul aproape imperceptibil pînă la zgomotul puternic al trompetelor.

Poate că într-o zi ne vom face o orchestră întreagă din numai cîteva aparate emiriton, dar deocamdată sîntem abia la începutul dezvoltării lui. Nenumărate posibilități îi stau în față!

Radiațiile radioactive

În ultimii ani ai secolului al XIX-lea s-a descoperit un nou fenomen: nașterea aparentă a unei energii, fără ca aceasta să dispară, prin compensare, din altă parte! Fenomenul

nu este altul decît radiația radiului, a toriului, a poloniului și a cîtorva alte elemente — și îl cunoaștem sub numele de „radiația radioactivă“.

Împrejurimile materialelor care emit aceste radiații permanente, se încălzesc. Fizicianul francez Curie a stabilit că un gram de radium produce 140 de calorii pe oră.

În dauna cărei alte energii se produce însă această căldură? — s-au întrebat fizicienii, la descoperirea radioactivității.

Se părea atunci că nici un alt gen de energie nu dispăre, pentru a putea să apară în locu-i energia radiației radioactive!

Astăzi se știe, însă, că nucleele atomice ale elementelor radioactive se descompun și energia atomică acumulată în ele se eliberează sub forma radiației. Că, deci, această energie nu este „gratuită“!

Descompunerea nucleelor atomice ale elementelor radioactive se produce foarte încet. Un gram de radium produce, de pildă, timp de 2 280 ani fără întrerupere, cîte 140 de calorii pe oră! Putem calcula că produce, în total, de 465 000 ori mai multă căldură decît dacă am arde un gram de cărbune de bună calitate.

Materiile radioactive nu pot furniza deci nici energie „gratuită“ și nici pe un timp infinit, dar ele pot menține în funcțiune timp foarte îndelungat un mecanism mic și ușor. Acest mecanism este așa-numitul „ceasornic de radium“.

Cîteva miimi de gram de radium sînt suficiente pentru acționarea „ceasornicului“. Ele se introduc într-un tub de sticlă, iar acesta se așază într-o butelie cu vid, suspendat numai de un fir de cuarț.

La capătul tubului de sticlă se află două foițe de aur, care seamănă cu plăcuțele electoscopului. Radiumul emite trei feluri de radiații: razele alfa, beta și gama. În cazul de față, rolul principal îl joacă razele beta, formate din particule negative, care trec ușor prin sticlă.

Particulele ce] se împrăştie din radiu în toate direc]iile, duc cu ele o încărcătură negativă, şi astfel tubul de radiu însuşi se încarcă treptat cu o încărcătură pozitivă. Foi]ele de aur se încarcă deci pozitiv şi de aceea se resping şi se îndepărtează una de alta. Dar, depărtându-se, ating pere]ii buteliei, se descarcă, şi cad înapoi.

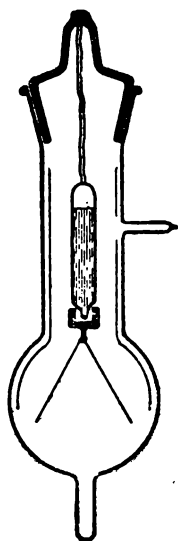
Ele se încarcă din nou, se separă, îşi pierd încărcătura în pere]ii buteliei şi se apropie iarăşi. Cele două foi]e execută mişcarea aceasta cu precizia unui ceasornic: se separă şi se împreunează mereu. De aceea mecanismul se cheamă „ceasornicul de radiu“.

El „merge“ timp de mii de ani, fără să-l întoarcă nimeni, căci oricît de infimă ar fi cantitatea de radiu introdusă, numai jumătate din ea s-ar descompune, în decurs de 1 600 de ani! Ceasornicul de radiu nu poate fi folosit pentru scopuri practice, deoarece munca prestată de el este infimă, chiar dacă se mişcă timp de mii de ani! Cu această muncă, nu putem pune în mişcare nici un fel de mecanism. Cu o cantitate mai mare de radiu s-ar putea efectua şi o muncă mai însemnată, dar aceasta ar fi o distrac]ie foarte costisitoare!

Radioactivitatea a dus, pentru prima oară, la descoperirea energiei uriaşe ascunsă în nucleele atomilor elementelor.

Astăzi, această energie poate fi eliberată şi pusă în slujba muncii paşnice creatoare. În Uniunea Sovietică func]ionează de mai multă vreme o termocentrală de 5 000 kw, ac]ionată cu energie atomică.

Dintre elementele radioactive, cel mai uşor de procurat este toriul. Flacăra lămpilor de gaz se îmbracă cu un săcule]e



„Ceasornicul de radiu“.

în formă de plasă denumit „ciorap“. Acest ciorap pentru lampa de gaz este o țesătură îmbibată în toriu, și cu el putem efectua experiențe foarte interesante.

24. *Un joc de artificii*

Amestecați puțin praf de la „ciorapul“ lămpii de gaz cu praf din cristale de sulfură de zinc. Priviți pe întuneric acest amestec, printr-o lupă. Veți vedea niște mici sclipiri. Știți ce e cu ele?

Ceasornicul de uraniu

Trebuie să spunem de la bun început că ceasornicul de uraniu nu are nici o legătură cu cel de radiu. Acesta din urmă nici nu era, propriu-zis, un ceasornic. El a primit această denumire numai de dragul foițelor de aur care pendulează în el.

Ceasornicul de uraniu este într-adevăr un ceas, deoarece el măsoară timpul, și anume un timp destul de îndelungat: mii și mii de milioane de ani!

Pentru determinarea timpului, folosim totdeauna o mișcare repetată, pe cât posibil cu cea mai mare precizie, chiar și atunci când împrejurările însoțitoare se schimbă. O asemenea mișcare este, de exemplu, scurgerea nisipului dintr-un vas de sticlă în altul, printr-un orificiu îngust, sau mișcarea unui pendul.

Și descompunerea elementelor radioactive decurge totdeauna în mod uniform. În decursul unui anumit interval de timp, se descompun totdeauna același număr de atomi, ei fiind așadar urma măsurabilă a acestui fenomen.

O parte din radiațiile materialelor radioactive este formată din particulele cu mișcare rapidă ale razelor alfa, cu încărcătură electrică pozitivă. Examinarea radiației alfa a arătat că

aceste particule nu sînt altceva decît nucleele atomilor gazului de heliu.

Și într-adevăr, putem găsi totdeauna în jurul elementelor radioactive gaz de heliu. S-a măsurat, de asemenea, că un gram de radium produce în decurs de un an a 10-a milioane parte dintr-un centimetru cub de heliu. Dacă o bucată de uraniu radiază într-un spațiu închis, se măsoară cîte zecimi de milioane de centimetru cub de heliu revin asupra unui gram de uraniu. Cifra astfel obținută ne indică de cîți ani radiază bucata de uraniu.

Pe baza acestor indicații, nu era greu să folosim ceasornicul de uraniu pentru determinarea vîrstei rocilor. Firește că această metodă nu poate fi aplicată decît pentru roci care conțin uraniu sau toriu. Cantitatea de uraniu conținută de roci se măsoară în grame și apoi se determină în centimetri cubi cantitatea de heliu inclusă în rocă.

Cîți centimetri cubi de heliu revin asupra unui gram de uraniu, de atîtea zeci de milioane de ani este vîrsta rocii! Singurul defect al acestei metode e că nu putem determina cu ajutorul ei decît vîrsta minimă pe care o are roca respectivă. Este într-adevăr probabil că la început ar fi existat acolo mai mult heliu, dar o parte din el s-a volatilizat.

O metodă mult mai precisă se poate folosi acolo unde nu se determină heliul, ci cantitatea de plumb în comparație cu uraniu sau cu alte elemente radioactive. Dar cum a ajuns plumbul acolo?

În timp ce elementele radioactive se transformă încontinuu, în cursul radiației, se schimbă nu numai proprietățile lor, ci și ele înșile se transformă în alte elemente.

Natura înfăptuiește astfel visul alchimiştilor Evului Mediu, care au vrut să transforme în aur diferite materiale. Uraniul, de exemplu, se transformă succesiv în radium, poloniu și, în sfîrșit, în plumb! În general, plumbul este produsul final al transformării oricărui element radioactiv.

Măsurându-se cantitatea de plumb ce se formează în decursul timpurilor dintr-un gram de uraniu, s-a putut întocmi următoarea tabelă:

Inițial	1 gram de uraniu.....	0,000 gr. plumb
După 100 milioane ani.....	0,985 gr. „	0,013 gr. „
„ 1 000 milioane ani.....	0,865 gr. „	0,116 gr. „
„ 2 000 milioane ani.....	0,747 gr. „	0,219 gr. „
„ 3 000 milioane ani.....	0,646 gr. „	0,316 gr. „

În scoarța pământului există multe minereuri ce conțin materii radioactive și s-a determinat conținutul lor de uraniu, toriu și plumb.

S-au găsit, de exemplu, antracite cu conținut de uraniu, la care pe un gram de uraniu au revenit 0,04 grame de plumb. Dacă privim tabela, vedem că 0,04 cade între 0,013 și 0,116—ceea ce înseamnă că vârsta rocii este de câteva sute de milioane de ani!

În acest fel s-au examinat foarte multe roci ale scoarței pământului, și s-a ajuns la rezultatul că de la formarea lor au trecut cel puțin 1 600 milioane de ani.

Ce vedem seara în geam?

Ați observat că geamul prin care putem privi nestînjedit în timpul zilei, seara parcă ar fi oglindă? Ne putem vedea în el foarte bine! Nu e vorbă, de multe ori folosim și ziua geamul drept oglindă! În acest caz, îl deschidem și îl potrivim — fără să dăm prea multă atenție fenomenului — pînă ce ne oglindește fața cît mai bine.

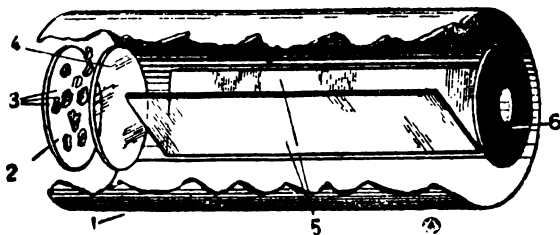
Suprafața netedă a geamului reflectă razele luminoase ce cad asupra lui: el oglindește. Totuși ziua nu vedem această imagine, deoarece sticla, fiind transparentă, lasă să treacă lumina venită din afară și aceasta este mult mai puternică decît lumina reflectată de suprafața interioară.

Seara, cînd afară este întuneric și nu vine de acolo nici o lumină, imaginea oglindită se vede perfect. Cînd folosim geamul drept oglindă, îl potrivim în așa fel, ca să capete lumină mai puțină din exterior și astfel el să o reflecte mai bine pe cea dinăuntru.

Cu geamurile de la vitrinele magazinelor se întîmplă invers: ele oglesc ziua, iar seara, cînd li se aprind becurile din interior, nu ne mai vedem în ele.

Caleidoscopul

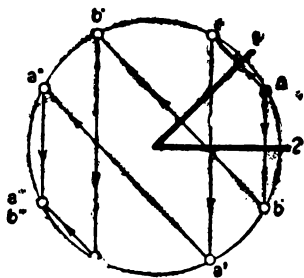
Una din jucăriile preferate ale copilăriei mele a fost caleidoscopul. Eram în stare să privesc ore întregi desenele multicolore, în formă de stea, care se schimbau mereu, cînd



Pieseile componente ale caleidoscopului:

1 — cilindru de carton; 2 — geam mat; 3 — cioburi de sticlă colorată; 4 — geam transparent; 5 — două oglinzi formînd un unghi; 6 — gaură pentru'privit.

îl învîrteam. Dar nu m-am lăsat pînă nu l-am desfăcut, odată, fiindcă eram curios să văd și eu ce are înăuntru! Unul din capetele tubului de carton era închis cu un geam mat, iar la capătul celălalt era o gaură mică, acoperită cu un geam, prin care trebuia să se privească. Dar, ce este un caleidoscop?



Secțiunea caleidoscopului și imaginea pe care jo vedem noi.

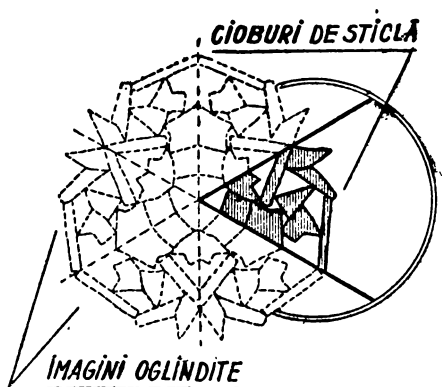
Întreg „mecanismul” caleidoscopului se află pe un geam mat. Acolo sînt lipite două bucăți de oglindă, care formează între ele un unghi, și între care se mișcă, liber — cînd rotim tubul — cîteva cioburi de sticlă. Un alt geam

transparent, paralel cu geamul mat, împiedică ieșirea cioburilor. Bucățelele de sticlă care formează desenul colorat, se amestecă, deci, între cele două geamuri, într-un sector de

cerc, și noi le vedem de 6 sau chiar de 8 ori formînd o imagine completă, circulară.

De ce se vede așa? Ca să înțelegem, să urmărim imaginea unei bucățele de sticlă între oglinzi. Am notat în figură această bucată de sticlă

cu A. Imaginea ciobului A se formează în ambele oglinzi: în oglinda 1 în a iar în oglinda 2 în b. Imaginea din b apare în oglinda 1 în b' și imaginea acestuia apare în oglinda 2 în b'', iar în oglinda 1 în b'''. Și imaginea din a se reflectă în oglinda 2 și anume în a', care se vede în oglinda 1 în a'', iar aceasta, la rîndul ei, în oglinda 2 în a''' care se suprapune cu b'''. În acest caz, vedem deci obiectul de 8 ori.



Drumul imaginii ciobului de sticlă A, între oglinda 1 și 2. Cele două oglinzi formează un unghi de 45° : obiectele așezate între ele se reflectă de 7 ori.

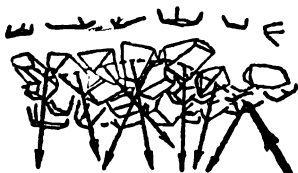
Acest lucru se întîmplă atunci cînd cele două oglinzi formează un unghi de 45° ; imaginile se multiplică pînă ce se suprapun.

Dacă oglinzile formează împreună un unghi de 60° , atunci a cincea imagine se suprapune cu a șasea așa încît vedem obiectul de 6 ori.

Din unghiul pe care-l formează oglinzile, putem calcula dinainte cîte imagini se formează: atîtea de cîte ori sectorul de cerc intră într-un cerc complet.

Obținem această cifră dacă împărțim 360° prin valoarea unghiului dintre cele două oglinzi.

Despre ceva alb și foarte curat, se spune în mod curent „alb ca neaua“. Să examinăm printr-o lupă câțiva fulgi de



Grămada cristalelor de zăpadă formează o suprafață accidentată. Fiecare bucățică a suprafeței reflectă lumina într-o altă direcție, și astfel razele luminoase se împrăștie.

zăpadă. Vedem cristale minuscule de gheață transparentă, așezate sub forma unor exagoane regulate. Zăpada nu este deci albă, însă grămada de cristale transparente este opacă, albă. Care e cauza acestei contradicții aparente? Grămada cristalelor de zăpadă nu formează o suprafață uniformă. Astfel, fiecare bucățică a suprafeței reflectă într-o altă direcție razele de lumină care cad

asupra ei, acestea împrăștiindu-se. Multe fenomene asemănătoare se pot constata în viața de toate zilele. Albușul de ou este un lichid transparent, dar când îl batem obținem o masă perfect albă, netransparentă. Am bătut suprafața netedă, uniformă, a albușului de ou, astfel încât s-au format o mulțime de bule minuscule, care reflectă lumina în toate direcțiile.

Din același motiv obținem un praf alb, opac, dacă sfărâmăm o sticlă transparentă, sau chiar un geam de culoare roșie.

Atenție, schiori!

Foișorul de la Ianoshegy este un punct bine cunoscut din munții Buda.

Iarna, când e înconjurat de zăpadă, el pare mai apropiat decât vara, dacă îl privim din același punct. Acest fenomen induce de multe ori în eroare pe schiori, la aprecierea distanței.

Explicația este simplă: ea se bazează pe faptul că obiectele mai apropiate se conturează mai clar, iar cele mai depărtate, sînt mai șterse.

Zăpada reflectă mult mai mult lumina care cade asupra ei, decît solul care e de culoare închisă. De aceea, obiectele sînt mult mai puternic luminate într-un peisaj înzăpezit, decît atunci cînd nu e zăpadă. Această lumină, mai puternică, derutează pe excursioniști, în timpul iernii.

Aparența... înșală!

Se afirmă cu tărie că, în zorii zilei și în amurg, soarele ar fi mai mare decît este el de obicei, arătîndu-se la orizont „ca o minge uriașă”. Într-adevăr am putut constata cu toții că soarele pare mult mai mare atunci cînd răsare sau apune, decît atunci cînd strălucește sus pe cer. Aceeași observație o putem face și cu luna, deși este limpede că mărimea soarelui sau a lunii nu se poate schimba în cursul călătoriei lor de-a lungul bolții cerești. Poate fi vorba numai de o iluzie optică! Iată care este explicația acestui fenomen:

Cînd soarele se apropie de linia orizontului, razele luminoase trec prin straturile inferioare mai dense ale aerului. Acestea absorb mai multă lumină decît straturile superioare, mai rarefiate. De aceea, în ochii noștri ajung mai puține raze luminoase de la soare atunci cînd răsare, decît atunci cînd se apropie de zenit.

Am văzut și în exemplele anterioare cum acest fenomen ne face impresia că obiectul ar fi mai îndepărtat. Mărimea aparentă a obiectelor depinde de distanța dintre ele și noi, precum și de unghiul sub care le privim. Acest unghi este cu atît mai mare cu cît obiectul este mai mare.

În cazul soarelui unghiul vizual este de 0,5 grade, atît cînd răsare, cît și la amiază, cînd este sus pe cer.

Și alte experiențe ne dovedesc că un obiect apropiat, văzut sub un unghi vizual mare și proiectat de imaginația noastră în depărtare, ni se pare uriaș.

Scriitorul Edgar Poë descrie o asemenea iluzie optică într-o nuvelă a sa. Spre asfințitul soarelui, el sta la geamul deschis și, privind afară, văzu cu groază un monstru uriaș, coborînd în fugă de pe o movilă de pământ și dispărînd în păduricea de la picioarele dîmbului.

„Am comparat monstrul cu arborii uriași și am văzut că avea mărimea unui vas de război! Afirm aceasta deoarece forma monstrului îmi amintea de corpul unui vas de război cu 74 de tunuri.

Botul animalului avea o lungime de 16 sau 17 picioare (aproximativ 5 metri) și din el ieșeau trompe de grosimea corpului unui elefant. Vîrfurile trompelor era acoperite cu pămînturi de pînă zburliu, din care ieșeau, în jos și lateral, doi colți lucioși, ca ai mistrețului, dar înfinit mai mari. Din dreapta și din stînga trompelor, porneau în sus două coarne uriașe, de 30—40 picioare lungime, care luceau orbitor în bătaia razelor soarelui. Partea dinaintea corpului părea o pană imensă, îndreptată spre pămînt. Avea două perechi de aripi, așezate una peste alta; fiecare măsura vreo 300 de picioare în lungime. Aripile erau acoperite cu plăci de metal dur, cu un diametru de 10—12 picioare. Dar partea cea mai bătătoare la ochi a acestei ființe monstruoase era capul în formă de cap de mort, care-i ocupa aproape toată partea din față. Fiind alb, el se contura foarte puternic, ca o pictură măiastră, pe fondul cenușiu al serii...”

Cine credeți că era „monstrul” care l-a îngrozit atît de tare pe celebrul scriitor? Era un fluture de noapte, ce se lupta din răputeri cu o pînă de păianjen, țesută în dreptul ferestrei. Privind în depărtare, — Edgar Poë avusese impresia că vede fluturele la distanța dîmbului, mărit enorm, la proporțiile uriașului monstru!

Cum se face că nimeni nu confundă o fotografie, un desen, sau un portret — chiar dacă este de mărime naturală și cât se poate de bine executat — cu persoana sau obiectul pe care-l reprezintă?

Cînd ne uităm la un prieten care stă în fața noastră, se formează în ochi o imagine despre fiecare punct al feței și al corpului său. Toate aceste puncte există și pe desenul sau pe fotografia făcută. Atunci, de ce ni se pare cu totul altfel cînd prietenul se află în realitate, în fața noastră, decît atunci cînd vedem fotografia sa, în mărime naturală?

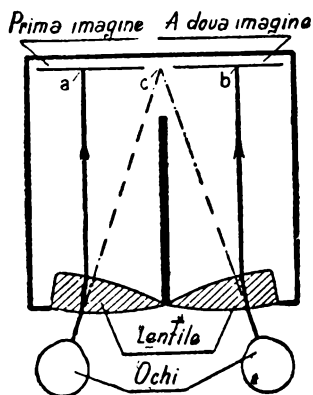
Explicația trebuie căutată în structura ochiului nostru.

Ochiul omului funcționează ca obiectivul unui aparat fotografic. Razele luminoase care ajung la el, pornind de la un punct al obiectului, sînt refractate, și se întîlnesc apoi pe retina ochiului, unde se formează imaginea punctului de pe obiectul respectiv.

Obiectele naturale cuprind un număr infinit de asemenea puncte, ale căror imagini formează împreună imaginea obiectului întreg.

Atît ochiul nostru drept, cît și cel stîng ne dau cîte o imagine; acestea însă nu sînt absolut identice!

Pe imaginea ce s-a format în ochiul drept sînt mai multe puncte ale părții din dreapta de pe obiect, iar pe ochiul stîng, mai multe puncte de pe partea stîngă a obiectului. Cele două



Două lentile biconcave refractă razele luminoase în stereoscop, astfel încît imaginile a și b să cadă într-un singur loc, c.

imagini se întâlnesc pe retina ochiului și se suprapun aproape complet, dînd astfel impresia obiectului real.

Care este, deci, diferența dintre imaginea reală, văzută cu ambii ochi și cea din fotografie, obținută printr-un obiectiv fotografic? Diferența constă în faptul că fotografia prezintă un singur plan. Vedem, de pildă, pe ea, vîrfurile nasului pe același plan cu fața, și nu înaintea ei. Ochii însă ne dau o imagine amănunțită, în care putem distinge dacă un anumit punct se află mai apropiat sau mai depărtat. Distingem, pe ea, nu numai direcțiile sus-jos și stînga-dreapta, ci și direcția înainte-înapoi, adică vedem care este poziția în spațiu a tuturor punctelor obiectului sau ființei respective. De aceea, vederea cu amîndoi ochii se numește vedere în spațiu.

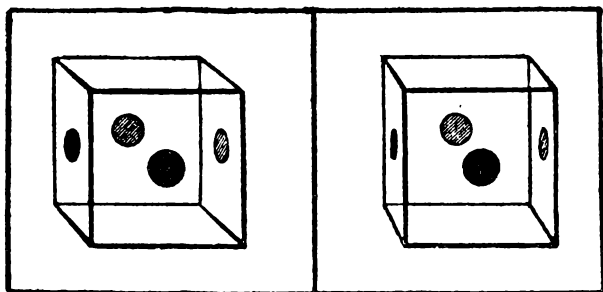
Posibilitatea vederii cu ambii ochi se întrebuintează la aparatul denumit stereoscop. Acesta este un aparat care seamănă cu un binoclu de teatru, în care, pe peretele din spate, se introduce o imagine dublă. Dacă privim cu ochiul liber, vedem două imagini în același plan, aparent identice, iar cînd privim prin stereoscop, imaginea capătă viață. O vedem în spațiu!

Este foarte interesant să privim prin stereoscop fotografia unei porțiuni de stradă. Cele două imagini nu sînt perfect identice: una a fost luată puțin dinspre dreapta iar cealaltă puțin dinspre stînga. Cu ochiul liber nu observăm această diferență, dar prin lentilele stereoscopului cele două imagini se contopesc apărînd o stradă care a prins viață, cu oameni care par să se miște!

Să vedem în figură cum se transformă cele două imagini într-una singură, apropiată mult de realitate, cum se obține, adică, vederea în spațiu?

Cele două lentile din stereoscop refractează razele luminoase în așa fel, încît imaginea punctelor a și b să cadă pe același loc c. Astfel, cele două imagini diferite, dar care cuprind aceleași puncte ale obiectului respectiv, se

suprapun. Distanța între imaginile aceluiași punct este la fel de mare ca și distanța medie între cei doi ochi. Pe ambele imagini rămân puncte în dreapta și în stînga, care nu au un corespondent pe cealaltă fotografie, deoarece am arătat că cele două fotografii nu au fost luate din același punct.



Astfel, dacă privim în stereoscop, vedem o imagine asemănătoare aceleia pe care am vedea-o dacă am privi obiectul cu ochiul liber.

Și fără stereoscop se poate face ca două imagini, — una executată pentru ochiul drept și cealaltă pentru ochiul stîng să ne dea impresia vederii în spațiu. Priviți figura cu cele două cuburi, de la o distanță de 20—25 cm, uitîndu-vă cu ochiul drept spre cubul din dreapta și cu ochiul stîng, spre cel din stînga.

Este și mai bine dacă punem vertical, între desene, o bucată de carton. Cele două imagini vor începe să se apropie și după scurt timp, se vor contopi. Vom vedea în spațiu numai un singur cub.

Cum vedem sub apă?

După un oarecare antrenament, putem și noi să ținem, un timp destul de lung, ochii deschiși sub apă, și să privim în jur. Dar ce am putea vedea pe fundul unui lac de 2 m adîncime?

Am putea crede că vedem prin apa străvezie la fel de bine ca în aer. Așa să fie în realitate? Să calculăm puțin și ne vom lămuri.

Raza luminoasă își schimbă direcția cînd trece dintr-un mediu în celălalt, adică ea este refractată. Refracția, sau schimbarea de direcție, diferă de la material la material. Fizicienii întrebuintează la studiul acestui fenomen o cifră: indicele de refracție. Indicele de refracție al sticlei, de pildă, exprimă cu cît se abate o rază luminoasă de la direcția ei inițială, cînd trece din aer în sticlă. Dacă două materiale au același indice de refracție, aceasta însemnează că raza de lumină poate trece dintr-unul în celălalt fără să devieze.

Indicele de refracție al apei este de 1,34. Părțile transparente ale ochiului omenesc, au următorii indici de refracție:

Corneea.....	1,34
Cristalinul.....	1,43
Umoarea apoasă.....	1,34

Capacitatea de refracție a cristalinului este deci numai cu 0,09 mai mare decît a apei și a restului părților ochiului nostru, care, la rîndul lor, au același indice de refracție ca și apa. În consecință, ochiul omenesc nu refractă în apă aproape de loc razele venite de la obiect, așa încît acestea se întîlnesc mult mai în spatele retinei decît atunci cînd sosesc în ochi trecînd prin aer. De aceea, pe retina noastră, se formează o imagine cețoasă și e foarte greu să distingem amănunte. Este interesant că miopii văd mai bine sub apă, deoarece retina lor este relativ mai îndepărtată decît la un ochi normal.

Putem verifica cele arătate mai sus fără să ne scufundăm în apă. Avem nevoie doar de o lentilă puternică, de pildă ochelarii unui om foarte miop. Razele care vin de la lentilă se întîlnesc mult mai în spatele retinei, așa încît obiectele din jurul nostru ne vor apare sub forma unor pete voalate, ca și cum am privi prin apă.

Indicele de refracție al sticlei care se folosește, în general, pentru ochelari este de 1,5. Dar există și sticle speciale ca, de exemplu, sticla grea de cuarț al cărei indice de refracție este de aproximativ 3. Cu ochelari confecționați din această sticlă, am putea să privim foarte bine în jurul nostru, stînd... pe fundul unui lac!

O plimbare pe fundul mării

Viața misterioasă a adîncimilor mării a preocupat foarte mult imaginația scriitorilor și a poeților.

Vom cita pe unul dintre cei mai mari romancieri ai epocii noastre, pe Thomas Mann. Eroul romanului „Doctor Faustus”, îi povestește prietenului său călătoria imaginară la fundul mării, după cum urmează:

„... El susținea că a coborît, în regiunea insulelor Bermude, pînă jos, la fund și acolo însoțitorul său i-a arătat viața ca din povești a fundului mării. Acest însoțitor era savantul american Capercailzie. Împreună, ei au stabilit un nou record de adîncime. Mi-a arătat, foarte sugestiv, cum a coborît cu dl. Capercailzie într-o sferă de scafandru, avînd un diametru de numai 1,20 m, prevăzută însă cu instalații ca cele ale unui balon stratosferic.

Au coborît cu ajutorul macaralei vasului însoțitor, în marea care era aici necrezut de adîncă. Poziția nu le era de loc comodă în interiorul strîmt al sferei cu o greutate de 2 tone, dar convingerea siguranței absolute a căsuței lor îi recompensa: construcția sferei era absolut etanșă, rezista la o presiune uriașă și era echipată cu o rezervă mare de oxigen, cu un telefon, cu reflectoare puternice și cu geamuri de cuarț prin care puteau privi în toate direcțiile. Au stat timp de peste 3 ore la fundul mării și timpul părea că zboară...

„A fost o clipă stranie, care îți oprea bătaia inimii, clipa din dimineața aceea, cînd în jurul orei 9, în spatele lor s-a închis

ușa de oțel, grea de aproape 200 kg și cutezătorii scafandri au început să se scufunde în mare.

La început, îi înconjură apa, curată ca de cristal, luminată de soare. Scînteierea sferei de oțel străbătea pînă la o distanță de 57 m.

După aceea, totul se sfîrșea, sau, mai bine zis, de acolo începea o lume nouă, fără zăgazuri, cu care nu sîntem de loc obișnuiți, o lume în care Adrian pătrunse, cu însoțitorul său, pînă la o adîncime de aproape 2 500 de picioare și unde rămase aproximativ o jumătate de oră, gîndindu-se că pe adăpostul lor apasă, în fiecare clipă, 500 000 de tone!

Pe măsură ce coborau, apa căpăta o culoare tot mai cenușie — culoarea întunericului, în care mai pătrundea ceva din lumina exterioară... Pasagerii priveau acum prin geamurile lor de cuarț într-un întuneric negru-albăstrui, greu de descris, care semăna mai degrabă cu orizontul crepusculului unui cer meridional, măturat de vînt. Mult înainte ca aparatul pentru măsurarea adîncimilor să arate 750 m și 765 m, în jurul lor domnea o beznă completă...

Curiozitatea cu care vietățile ciudate ale adîncurilor se îmbulzeau în jurul cabinei oaspeților era de nedescris. De nedescris erau și chipurile stranii ale unei lumi ascunse, ale mulțimii de guri hrăpărețe, ale danturilor neobrăzate, ale ochilor telescopici, ale peștilor în formă de vaporeșe de hîrtie, ale topoarelor argintii cu ochi holbați în sus, ale vietăților în formă de pupa de vapor, lungi pînă la 2 m și ale celor cu picioare în formă de aripioare, care treceau sclipind, încolo și înapoi, prin fața geamurilor cabinei. Se părea că și monștrii gelatinoși, cu brațe multiple, suspendate fără voință proprie în curentul apei, polipii și chiar schifomeduzele, au fost cuprinși de o nervozitate, care îi făcea să vibreze spasmodic.

Vizitatorii stinseră lumina reflectoarelor lor, pentru a vedea un alt joc de lumini ciudate. Întunericul mării era brăzdat de lumini fantomatice, care se roteau și zburau de colo pînă

colo: luminile peștilor. Unii aveau corpul întreg fosforescent, iar alții aveau cel puțin un organ care lumina, ca o lampă electrică... Cei mai mari radiau o lumină albă, atât de puternică, încât te orbea !"

Oare numai imaginația lui Thomas Mann ne îngăduie să coborâm la 800 m sub nivelul mării? Revistele științifice relatează că la 15 februarie 1954, doi tineri ingineri francezi au coborât la o adâncime mult mai mare, pătrunzând pînă la 4 050 m sub nivelul mării. Este interesant de știut că nava lor semăna mai degrabă cu un aerostat, decît cu un submarin. Ea era formată dintr-o sferă de oțel fixată de corpul unui vas în formă de țigară. Un compartiment al vasului a fost umplut cu apă și nava a început să se scufunde. Apa mării, de un minunat albastru, devenea tot mai închisă în jurul lor. Se scufundau cu 30 de metri pe minut, dar asta nu-i oprea să admire între timp meduzele ce se perindau prin fața geamului de observație. Nenumărate vietăți mărunte sclipeau în lumina reflectoarelor, ca stelele pe firmament.

La o adâncime de 2 000 de metri au apărut roci roșii, cu tentacule lungi. Dincolo de adâncimea de 3 600 de metri ei au putut vedea fundul galben-nisipos al oceanului. Deodată văzură un rechin de doi metri lungime. El înota în cercul magic al reflectoarelor și se uita fix spre intruși. Aceștia l-au și fotografiat.

Animale necunoscute defilau prin fața geamului. Călătorii începură să facă un circuit lent pe fundul oceanului. Ei au rămas aproape timp de trei ore sub apă.

Descrierile științifice cele mai recente confirmă aproape întru totul imaginația romancierului, deși contrazic aparent constatarea noastră anterioară, anume că sub apă observarea vizuală nu se face în bune condițiuni. Putem întreba de altfel, pe bună dreptate, cum pot vedea scafandrii sub apă? Au oare căștile scafandrilor geamuri cu un indice de refracție special? Nicidecum !

Cei doi ingineri francezi arată că geamul de observație al vasului lor de adîncime a fost prevăzut cu plexiglas, la fel ca și geamurile autovehiculelor. Are vreo importanță acest fapt? Firește! În casca scafandrului, sau în vasul de adîncime, apa nu vine în contact direct cu ochiul nostru. Există între ele un strat de aer și sticla de geam. Aceasta schimbă situația în mod radical. Razele luminoase, venind din apă și pătrunzînd prin geam, trec mai întîi prin aer și numai de acolo ajung în ochiul nostru. Trecînd prin geamul, mărginit de suprafețe paralele, fără schimbare de direcție, ele sînt refractate numai cînd ajung din aer în ochi. În aceste condiții,

ochiul funcționează deci la fel ca pe uscat!

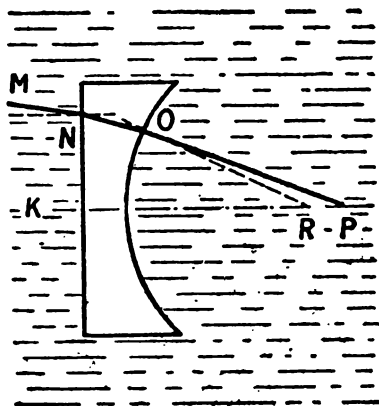
Tot pentru același motiv vedem foarte bine peștii care înoată într-un acvariu.

Cînd micșorează lupa?

Introduceți în apă o lupă și priviți prin ea obiectele de acolo. Veți avea o surpriză: lupa nu mărește! Tot așa pățim și cu o lentilă biconcavă care, în aer, micșorează. Se constată că și ea își pierde aproape complet sub apă proprietatea de a micșora. Faceți

Ochelarii de scafandru sînt formați dintr-o lentilă plan-concavă, goală în interior. După refractare, în interiorul lentilei, raza MN se îndepărtează de la verticală, urmînd drumul MNOP. Lentila funcționează deci ca un obiectiv condensator.

aceeași experiență în apă sărată. Acum lentila biconvexă micșorează, iar cea biconcavă mărește! Care este explicația acestui fenomen, în aparență curios și neobișnuit? Lentila

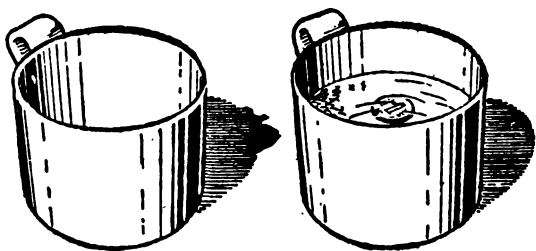


biconvexă mărește în aer, deoarece refractează lumina mai mult decît aerul înconjurător.

Diferența între indicele de refracție al sticlei și cel al apei nu este însă mare, așa încît o lentilă de sticlă se comportă sub apa obișnuită la fel ca ochiul omenesc. În schimb indicele de refracție al apei sărate este mai mare decît cel al sticlei și de aceea lentilele funcționează în acest caz tocmai invers: măresc cînd sînt concave și micșorează cînd sînt convexe. De aceea ochelarii de scafandru au lentile plan-concave.

Atenție, înotători!

Cine s-a scăldat vreodată într-un pîriu cu apă foarte curată și transparentă, a observat că apa deformează înfățișarea corpului omenesc. Picioarele, de pildă, par mai scurte. Și apa pare mai puțin adîncă decît este în realitate. Cîne intră



Putem vedea moneda aflată pe fundul ceștii, fără să ne schimbăm poziția, numai dacă turnăm apă în ceașcă.

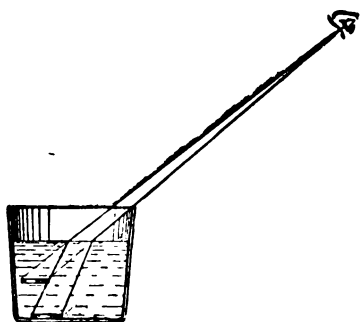
într-o astfel de apă, constată cu surprindere că se înfundă pînă la genunchi, deși i se părea că apa nu-i ajunge decît pînă la glezne.

Motivul trebuie căutat în refracția razelor luminoase.

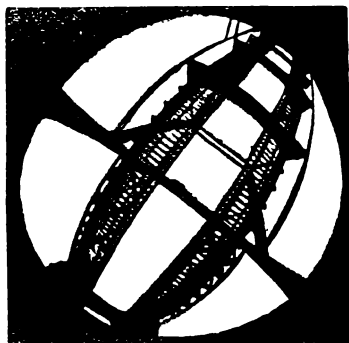
Putem reproduce acest fenomen și în cameră. Puneți pe masă o ceașcă goală și așezați-o în așa fel, încît să nu-i vedeți fundul, cînd stați pe scaun. Introduceți în ceașcă o monedă,

și nu o veți vedea nici pe ea. Turnați acum apă în ceașcă: dintr-odată moneda apare! Fenomenul se explică prin faptul că razele luminoase venite de la monedă sînt refractate la suprafața apei și ajung astfel în ochiul nostru.

Ochiul refractă razele în direcția prelungirii lor și de aceea vedem moneda mai sus decît este ea în realitate. Cu



Razele venite de la monedă sînt refractate la suprafața apei și astfel ajung în ochiul nostru. Vedem moneda mult mai sus de cît este ea în realitate.



Așa vede un observator aflat sub apă podul de cale ferată care trece peste un riu.

cît razele deviază mai mult, cu atît mai sus se ridică și ea.

Acesta e motivul pentru care fundul plan al unui lac, văzut din barcă, pare să aibă sub noi cea mai mare adîncime; în jur, el „devine“ cu atît mai puțin adînc cu cît se află mai departe de noi. În acest caz, razele trec din apă în aer. Fundul apare concav. Dacă am privi invers, de pildă, de la fund spre un pod care se arcuiește deasupra lacului, ni s-ar părea exact pe dos, deoarece în acest caz razele vin din aer în apă. Podul ar apare convex.

Dar nici nu e nevoie să ne scufundăm în apă pentru a ne convinge despre aceasta! Condițiile vizuale sub apă pot fi studiate cu ajutorul unor fotografii speciale. Aparatul fotografic este umplut în interior cu apă, iar în locul obiectivului

se întrebuițează o placă metalică găurită. Este ușor de înțeles că spațiul între această gaură și placa fotografică fiind umplut cu apă, — toată lumea exterioară se va desena pe placă așa cum o vede observatorul de sub apă.

Fizicianul american Wood a aplicat acest procedeu și a realizat fotografii foarte interesante dintre care reproducem una.

Mantaua fermecată

În basmele populare se întâmplă adesea ca eroul să primească de la zîna făcătoare de minuni o tichie sau o manta fermecată, care-l face invizibil pe cel ce o îmbracă. În basmul „Csongor și Tündé“, Vörösmarty Mihály ne spune că o parte din moștenirea celor trei fii de drac — Kurrah, Berreh și Duzzog — era o asemenea manta fermecată. Iată cum povestesc drăcușorii acest lucru lui Csongor:

KURRAH — Sîntem copii orfani, trei bieți copii

Și singurele noastre avuții,

Primate moștenire, sînt aici:

O opincuță, o manta și-un bici.

E, biciul, vorba care ne pornește,

Opinca-î calul, ce ne duce orbește,

În vreme ce mantaua ne ascunde.

CSONGOR — Și-ai vre-un folos din astea? Care? Unde?

KURRAH — Cine se-mbracă-așa, este știut:

De nimeni nu mai poate fi văzut!

Opinca de și-o-ncaleță și pornește

Cît muntele de nalt, cu ea, pășește

Și-apare unde vrea, cînd vrea, mereu...

CSONGOR — Dar nu-mi dai voie să le văd și eu?

KURRAH — Cum nu! Puneți-le, vă rog, pe mine!

BERREH — Ia biciul!

DUZZOG — (se agață de el) Eu te prind!

KURRAH — (se urcă pe dîmb):

Ei, mă vezi bine?

CSONGOR — Da! stai pe dîmb!

KURRAH — (se învăluie) Și mă mai vezi și-acum?

CSONGOR — Nu! dar te-aud...

KURRAH — Opincă, hai la drum!

Hii, opincuța! Hii, și tu, curea!...

...Sînt iar aici! La tine!

CSONGOR — Chiar așa?

KURRAH — (își leapădă mantaua):

Da! Iată-mă! Acum ce mai zici?

CSONGOR — Intr-adevăr, te văd, ești iar aici!

Mai tîrziu, însă, prin șiretlicuri, Csongor își însuși tripla moștenire a drăcușorilor. Dar servitorul său, Balga, povestește fapta păgubașilor, care turbează de mînie:

BALGA — Acela de-l văzurăți stînd trîntit

Era beteag, de friguri chinuit.

Sărmanul, vrui să-l încălzesc nițel

Și-am pus mantaua voastră peste el!

Acuma... unde-i? Ce s-o fi-ntîmplat?

KURRAH — Știi?

BERREH — Spune!...

BALGA — Asta-i totul! A plecat...

A dispărut, cum în deșert dispare

Imaginea aceea-nșelătoare...

Și ce-a mai fost... mister de nepătruns!

KURRAH — Mantaua-i fermecată... L-a ascuns!...

Multe visuri seducătoare, din basme, s-au înfăptuit și multe farmece din povești au fost realizate de știință. Se sfredelesc munții, se captează fulgerul, ne ridicăm pe covoare fermecate — avioane de tipul cel mai modern — spre înălțimile văzduhului, cucerite. Cînd se va descoperi și mantaua fermecată care să ne facă nevăzuți? Să nu existe, oare, nici un mijloc pentru a face și din această „minune“, — o realitate?

Omul invizibil

Scriitorul englez Wells afirmă în romanul său „*Omul invizibil*“ că există posibilitatea de a se realiza un om care să nu poată fi văzut. Eroul lui Wells, „fizicianul cel mai genial care a trăit vreodată“, a descoperit modalitatea prin

care omul reușește să devină invizibil. El expune fondul descoperirii sale, unui medic, cunoscut de-al său, în felul acesta:

„Vizibilitatea depinde de efectul pe care-l exercită un corp vizibil asupra luminii. Știi că un corp absoarbe, reflectă sau refractă lumina. Dacă un corp nu absoarbe, nu reflectă și nici nu refractă lumina, bineînțeles că el nu poate fi văzut.

Vezi că, de pildă, această cutie roșie nu este transparentă, deoarece vopseaua înghite o anumită parte a luminii, iar restul razelor se reflectă. Dacă cutia nu ar absoarbe de loc lumina, ci ar reflecta-o integral, ea ar părea lucioasă, de un alb argintiu. O cutie confecționată din sticlă ar străluci mai puțin decât o cutie din briliant, deoarece refracția și reflecția sînt, în primul caz, mai reduse.

Dacă introducem o bucată obișnuită de sticlă în apă, sau, și mai bine, într-un lichid mai dens decât apa, ea dispare aproape complet, deoarece lumina care cade pe ea prin intermediul apei, se reflectă sau se refractă foarte puțin. Sticla devine în acest caz tot atît de invizibilă ca bioxidul de carbon sau hidrogenul în aer“.

„Da — spuse medicul Kemp — astea sînt chestii foarte simple, le știe orice elev de școală!“

„Să luăm un alt fapt, pe care-l știe orice elev de școală! Dacă pisăm bucata de sticlă și o transformăm în praf, ea devine și mai vizibilă în aer. Acest lucru se întîmplă, pentru că sfărîmarea duce la o multiplicare a suprafețelor sticlei, ceea ce provoacă reflecția și refracția. Într-adevăr, în praful de sticlă lumina se reflectă și se refractă pe fiecare particică în parte. Dar dacă introducem praful de sticlă în apă, el dispare imediat!

Indicele de refracție al sticlei pisate și al apei sînt aproape egale. De aceea lumina care trece dintr-una în cealaltă se reflectă și se refractă foarte puțin.

Introducînd sticla într-un lichid cu un indice de refracție aproape identic, ea devine invizibilă. De altfel, orice lucru

transparent devine „invizibil, dacă trece într-un mediu cu același indice de refracție...”

„Bine, de acord! — spuse iar Kemp — însă omul nu este sticlă”.

„Nu, dar e transparent”!

„Absurd!”

„Asta o spune un naturalist! Probabil că, în zece ani, ai reușit să uiși complet fizica! Hîrtia, de pildă, este formată din fibre transparente și totuși e albă, nu străvezie, la fel ca și praful de sticlă, care e alb și opac. Dar ia pune ulei pe hîrtie albă! Se umplu spațiile dintre fibre cu ulei, refracția se produce numai la suprafață și hîrtia devine transparentă ca sticla! Dar nu numai hîrtia, ci și fibrele pînzei, ale lînei, ale lemnului, oasele, mușchii, părul, unghiile etc.! Într-un cuvînt, întreg organismul omenesc, cu excepția materiilor colorante din sînge, și a pigmentului închis al părului, sînt formate din țesături transparente, incolore.”

Părul, sprîncenele și genele eroului lui Wells sînt incolore. Asemenea oameni se cheamă „albino”. Și în regnul animal întîlnim acest fenomen. Părțile interioare și scheletul unor animale se pot vedea foarte bine prin pielea lor subțire și prin țesăturile mușchilor, mai ales dacă corpul nu le este acoperit cu păr (la broaște de exemplu). Putem observa chiar contractiile inimii și ale intestinelor.

Eroul lui Wells a descoperit procedeul prin care toate țesăturile organismului omenesc, chiar și coloranții acestuia, pot fi făcute invizibile. El și-a aplicat cu succes descoperirea chiar pe propriul său corp.

Preparate transparente

Desigur că se pune întrebarea dacă raționamentele care formează baza acestui roman fantastic, sînt valabile din punct de vedere fizic. Indiscutabil că da. Orice obiect tran-

sparent devine invizibil într-un mediu transparent, dacă indicele său de refracție diferă cu mai puțin de 0,05.

N-au trecut decît 10 ani de la apariția romanului, cînd un anatomist german a pus în practică — dar nu cu organisme vii — ideea scriitorului. El a făcut din părți ale corpului omenesc, și chiar din animale întregi, preparate transparente, care pot fi văzute și astăzi în muzeu. După ce preparatele au fost decolorate și spălate, ele au fost îmbibate cu un lichid special, incolor, care produce o refracție puternică a luminii și introduse într-un vas umplut cu același lichid. Bineînțeles că aceste preparate nu sînt complet transparente, căci în acest caz nu le-am putea observa și nu ne-am putea folosi de ele! Dar la nevoie și acest lucru s-ar putea realiza.



Astfel și-a închipuit Wells „omul invizibil“.

Numai că de aici mai e cale lungă pînă la realizarea omului viu invizibil, visat de Wells. În primul rînd, trebuie să se găsească modalitatea îmbibării țesuturilor organismului viu cu un lichid corespunzător, care să nu-i împiedice funcționarea.

Dar în afară de aceasta, nu trebuie să uităm că preparatele menționate sînt invizibile numai atîta timp cît ele se află într-un vas în care se pune un lichid cu indicele de refracție corespunzător.

Ele ar fi invizibile în aer numai dacă am putea să facem ca indicele lor de refracție să fie egal cu cel al aerului! Ori, nu cunoaștem încă nici o posibilitate pentru a realiza acest lucru,

Se mai pune o întrebare interesantă, în legătură cu „Omul invizibil“ al lui Wells.

Autorul romanului caută să demonstreze, printr-o logică extrem de ascuțită și consecvență extraordinară, că, devenind invizibil, omul capătă o putere aproape nelimitată. El poate pătrunde neobservat în orice încăpere și poate lua ce găsește de acolo, fără teamă de pedeapsă. Fiind invizibil, el nu poate fi prins și se poate împotrivi cu succes chiar unei mulțimi înarmate!

Nu-l poți prinde și nu-l poți răni, dar el poate să facă rău celorlalți oameni! Astfel, a ținut sub teroare populația unui oraș întreg! Oamenii erau neputincioși, deoarece el vedea și afla tot, iar pe el nu-l putea vedea și nu-l putea urmări nimeni.

Dar iată punctul la care iluzia poveștii omului invizibil se năruie: omul invizibil trebuie să fie orb!

Ce face, ca eroul romanului să fie invizibil? Faptul că orice parte a corpului său — chiar și ochii — devine transparentă, căpătînd un indice de refracție egal cu cel al aerului!

Amintiți-vă, numai, în ce constă rolul ochiului? Corpul sticlos, irisul și celelalte părți ale sale refractă razele luminoase. Dar dacă refracția ochiului și a aerului ar fi egale, razele luminoase care ajung în ochi prin intermediul aerului, nu și-ar modifica direcția și astfel nu s-ar mai forma în ochi imaginea obiectelor înconjurătoare.

Omul invizibil nu poate vedea, din aceleași motive pentru care întreg corpul său, deci și ochiul, este invizibil.

Astfel, toate calitățile extraordinare ale „Omului invizibil“ sînt inutile. În locul unui tiran puternic, el devine un infirm neputincios, condamnat la o soartă de plîns.

Poeții și povestitorii nu sînt însă obligați să se conformeze totdeauna, și în tot ce au de spus, legilor fizicii. Ascultați

cum a povestit Csongor, personajul lui Vörösmarty, ce a văzut el, adăpostit de mantaua ce-l făcuse invizibil, pe cînd zbura la Tündé:

...Cum zboară gîndul,
Cum țîșnește-o rază
De pe un astru care scînteiază,
Din infinitul unei lumini, sărind
Spre-o altă lume, haosul tăind,—
Eu am venit, sau numai am visat...
Deasupra, dedesubt, în lung și-n lat,
Jur-împrejur, departe, lingă mine,
Intreaga lume au văzut-o bine!
Părea că nesfîrșita-i față arde
Sub ochi ce străluceau, cu miliarde...
Ce minunat! Ce clar! Și ce firesc,
Dar n-am puteri în grai, să povestesc
Cum n-are-albina-n slabu-i zumzăit,
Ori ca țînțarul, într-un bîzîit,
Tot ce-am văzut, pe unde am umblat,
Și cum fierbea, puternic, ne-acetat,
Deasupra, și sub mine, fără nume,
Mulțimea celor ce există-n lume!"

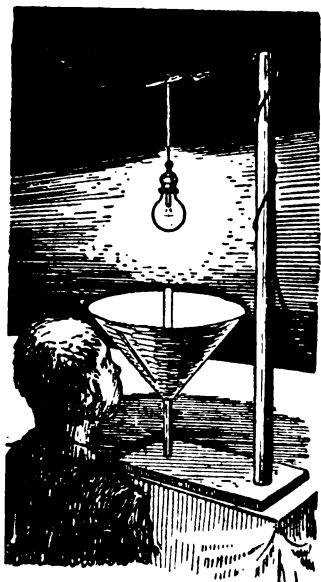
Unde a „dispărut“ bagheta?

Am arătat pînă acum că orice obiect devine invizibil dacă îl introducem într-un mediu avînd același indice de refracție. Putem să facem însă și prin alt mijloc ca obiectele complet transparente să devină invizibile.

Așezați sub un bec aprins, așa cum se vede în figură, o pîlnie confecționată din carton alb, avînd un diametru de o jumătate metru și o tăietură laterală ceva mai scurtă decît un centimetru.

Introduceți apoi, perfect vertical, o baghetă de sticlă în această pîlnie. Priviți prin tăietură în interiorul pîlniei! Bagheta a dispărut. A devenit invizibilă. Ce s-a întîmplat?

Becul luminează bagheta perfect uniform, astfel că din toate punctele ei ajung raze luminoase în ochiul nostru: nici o umbră sau nuanță nu trădează prezența obiectului.



Privind prin tăietura laterală, în pîlnie, bagheta de sticlă de acolo a devenit invizibilă.

Dar în momentul cînd bagheta deviază cîtuși de puțin de la verticală, ea apare imediat. Motivul? Sau interiorul ei prezintă umbre, și laturile sînt mai luminate, sau interiorul pare mai luminat și marginile mai umbrite! Putem face, deci, ca obiectele perfect transparente să devină invizibile, dacă le înconjurăm de pereți ce reflectă lumina în mod uniform. Ochiul care privește prin deschizătura laterală, primește de la fiecare punct aceeași cantitate de lumină, astfel că, neputîndu-se percepe diferența, retina nu înregistrează prezența nici unui corp.

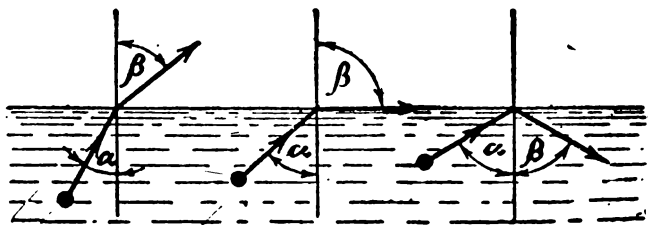
Disparația acului cu gămălie

Înfigeți un ac cu gămălie într-un dop foarte plat și puneți-le într-un vas cu apă, astfel încît gămălia acului să fie îndreptată în jos. Dacă dopul nu este prea lat, el nu va ascunde gămălia acului, atîta timp cît se află în aer. Dar, dacă îl introducem în apă, nu vom mai reuși să vedem acul cu gămălie, oricum am întoarce capul. De ce? Unde a dispărut?

Explicația trebuie căutată într-o lege a opticii, denumită „refracția totală“.

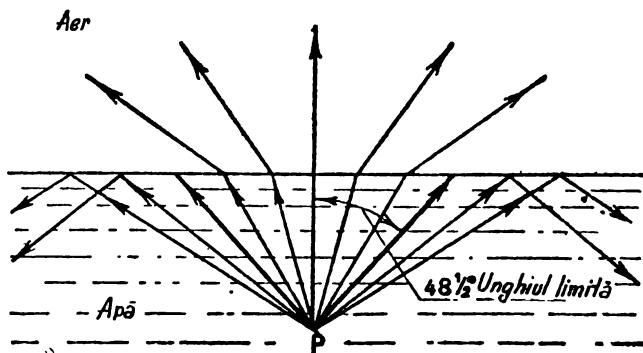
În ce constă acest fenomen?

Să urmărim calea parcursă de raza luminoasă, cînd trece din apă în aer. Știind că apa refractă lumina mai mult decît aerul, înseamnă că raza luminoasă care vine din apă și trece



Cînd raza luminoasă trece din apă în aer, unghiul de refracție este mai mare decît unghiul de incidență.

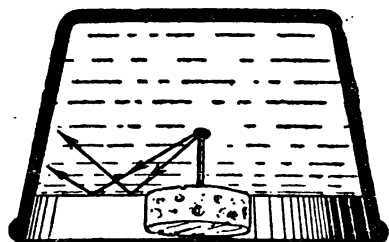
în aer, se îndepărtează de la perpendiculară: unghiul β este totdeauna mai mare decît unghiul α , cu o valoare constantă. Astfel, cele două unghiuri mărindu-se mereu, β ajunge mai



Razele pornind de la punctul P, într-un unghi mai mare decît „unghiul limită” — la apă $48,5^\circ$ — nu mai ajung în aer, ci sînt reflectate complet.

repede la un unghi drept decît α . Cînd unghiul β va avea 90° , unghiul α deabia va atinge $48,5^\circ$ și atunci raza de lumină refractată nu mai părăsește apa!

Același lucru se întâmplă cu toate razele care formează cu verticala un unghi de cel puțin $48,5^\circ$. Astfel de raze, venind de la obiect, există infinit de multe, și ele alcătuiesc împreună



Razele care pornesc de la gămălia acului se reflectă integral.

o suprafață conică. Razele care trec prin interiorul acestui con ies din apă, în timp ce acelea care se află în exteriorul conului — și la care deci unghiul α este mai mare decât $48,5^\circ$ — nu părăsesc apa, ci se reflectă de pe suprafața ei, întrucât ca de pe o oglindă. Dar și oglinda cea mai bună

nu reflectă decât o parte din razele care cad asupra-i, restul fiind absorbit. În cazul refracției totale, apa se comportă ca o oglindă ideală, reflectând toate razele care cad pe ea. De aceea fenomenul acesta se cheamă refracție totală.

Ce s-a întâmplat cu acul cu gămălie? Dacă privim figura, vedem că razele care pornesc de la gămălia lui suferă o refracție totală. Această refracție totală joacă un rol important în vederea peștilor sub apă. După toate probabilitățile, și culoarea lor argintie are o legătură cu refracția. Cercetători biologi susțin că această culoare este rezultatul asimilării peștilor la culoarea argintie a suprafeței apei sub care înoată.

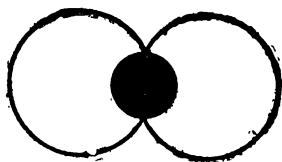
Cînd privim de jos suprafața apei, o vedem ca pe o oglindă, din cauza refracției totale. Pe un asemenea fond, culoarea argintie a peștilor îi face invizibili pentru răpitorii acvatici care pîndesc, sub ei, în apă.

„Punctul orb“

Înalta aristocrație de la curtea regelui francez Ludovic al XIV-lea se întrecea în petreceri. Cele mai mari succese le aveau artiștii sau savanții care reușeau să-i distreze prin

idei meru noi. Fizicienii din Europa se preocupau foarte mult în vremea aceea cu lumina și vederea.

Kepler publică constatările sale în legătură cu vederea. Snellius și Descartes descoperiră legea refracției. Multe alte descoperiri importante din domeniul opticii... văzură lumina zilei. De pildă, fizicianul francez Mariotte, care s-a ocupat și cu optica, distra curtea franceză astfel:



Putem constata, cu această figură, unde se află punctul galben al ochiului nostru.

ășeza doi demnitari față în față, la o distanță de 2 metri și îi îndemna să se uite cu un ochi la un punct aflat într-o parte. După cîtva timp, amîndoi aveau impresia că aceleia din față îi lipsește capul! Demonstrațiile sale au avut un mare succes, nu însă prea multă vreme.

Și dumneavoastră puteți efectua această experiență, într-o formă puțin diferită. Țineți desenul de mai sus la circa 20 cm în fața ochiului drept, și închideți pe cel stîng. Priviți cruciulița din stînga, apropiind în același timp desenul de ochi. La un moment dat, punctul negru de la intersecția celor două cercuri dispare. Nu-l vedem, deși observăm tot ce se află în jurul lui.

Cauza acestui fenomen a fost descoperită în secolul al XVII-lea.

Vedem un obiect, atunci cînd imaginea sa apare pe retina ochiului nostru. Experiențele de mai sus au demonstrat că nu este indiferent pe ce anume punct de pe retină cade imaginea.

S-a dovedit că pe retină există și un „punct orb”: dacă imaginea obiectului cade pe el, nu o vedem. Acest punct este acea parte a retinei, — denumită punctul galben — unde nervul vizual intră în ochi și nu e încă ramificat în părțile

înfime, sensibile la lumină. Cîmpul vizual are, deci, întotdeauna o mică gaură, dar nu o vedem, deoarece ne-am obișnuit cu ea. Imaginația umple acest gol prin amănuntele părților înconjurătoare. În desenul nostru, de exemplu, prelungim în gînd liniile cercurilor și ni se pare că vedem chiar locul unde cele două cercuri se întretaie.

Tot pentru acest motiv, ochelarii crăpați nu deranjează pe posesorul lor, decît în primele zile. Mai tîrziu, el se obișnuiește și nu mai observă crăpătura.

Cele două puncte galbene corespund la două porțiuni diferite ale cîmpului vizual, așa încît golul de care am vorbit nici nu se mai produce cînd privim cu ambii ochi.

La toate acestea, porțiunile oarbe ale cîmpului nostru vizual nu sînt atît de neînsemnate. Dacă privim o clădire mare de la o distanță de 10 metri, pe suprafața pe care nu o vedem, din cauza punctului galben, ar încapa o fereastră întreagă! Porțiunea rămasă invizibilă, dacă privim pe cer, corespunde suprafeței ocupate de 120 de cercuri de mărimea lunii pline!

Telescopul și microscopul

Înainte de a răspunde la această întrebare, trebuie să lămurim o proprietate importantă a ochiului nostru. Orice obiect, sau orice părți ale unui obiect, pe care le vedem sub un unghi vizual mai mic decît un minut de unghi, se contopesc într-un punct în care nu putem distinge nici forma, și nici detaliile.

Unghiul vizual sub care vedem un obiect depinde de doi factori: de mărimea obiectului și de distanța de la ochiul nostru. Vedem obiectele foarte mici sau foarte depărtate la un unghi de sub un minut. În acest caz, imaginea obiectului cade pe o singură terminație a nervilor de pe retină, și nu se extinde în același timp pe mai multe corpuri sen-

zitive. Astfel, detaliile dispar și vedem numai un punct. Observația științifică a obiectelor mici sau foarte îndepărtate a devenit posibilă numai când s-a construit un instrument care a mărit considerabil unghiul vizual al acestora. Asemenea instrumente sînt microscopul și telescopul, care ne arată obiectele sub un unghi vizual mult mărit.

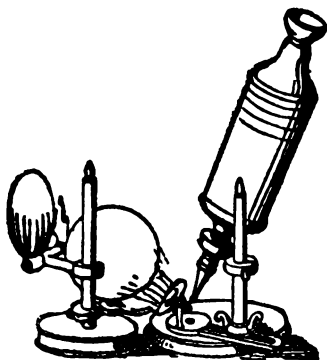
Imaginea de pe retină devine mai mare, se întinde pe mai multe terminații ale nervului, și astfel putem distinge pe obiect unele detalii care se contopesc într-un singur punct, când îl privim cu ochiul liber. Atît descoperirea telescopului, cît și a microscopu-

lui, au dat științelor naturale un avînt uriaș. Multe ramuri noi ale științei s-au bazat pe utilizarea lor, și astăzi ele sînt mijloace indispensabile cercetărilor științifice, controlului de calitate în industrii și agriculturii practice.

Telescopul a fost descoperit în Olanda pe la sfîrșitul secolului al XVII-lea și trei inventatori își revendică dreptul de prioritate. În același timp, și Galilei a construit în mod independent un telescop, pe care l-a perfecționat atît de mult, încît a putut examina cu el chiar și unele corpuri cerești. Este meritul său, nemuritor, că a fost primul care a îndreptat telescopul spre firmament.

Și nu a făcut-o dintr-o curiozitate întîmplătoare. Galilei a cercetat, cu siguranță, firmamentul, pentru a găsi acolo fapte noi, care să justifice sistemul lui Copernic. Realitatea a justificat și chiar a întrecut așteptările lui Galilei.

El a descoperit o mulțime de astre noi, pe care nu le-a putut vedea nimeni pînă atunci cu ochiul liber, și a



Microscop de la începutul secolului al XVI-lea.

demonstrat că zisa „calea laptelui“ este de fapt o aglomerație imensă de astre mici.

Cu ajutorul telescopului a putut descoperi munții și văile din lună, și, în sfârșit, tot el a văzut, primul, pe firmament, imaginea vie a sistemului lui Copernic: cei 4 sateliți ai lui Jupiter, care se rotesc în jurul lui, cum se rotește luna în jurul pământului. De la Galilei încolo, telescopul a mai suferit multe perfecționări, și astfel el a devenit un mijloc de nelipsit al astronomiei.

Nici importanța microscopului nu este mai mică.

El a deschis în fața omenirii o lume nouă: lumea imensă a vietăților invizibile cu ochiul liber. Astăzi, considerăm microscopul ca fiind un adevărat simbol: simbolul biologiei materialiste. Microscopul este unealta de nelipsit a cercetătorilor materiei vii. Se spune că a fost descoperit de către olandezul Zaharias Jansen, de meserie optician. La început, nu s-a putut realiza decât o mărire de 10 pînă la 20 ori, dar cu timpul gradul de mărire a sporit mereu.

Invenția nouă se răspîndise la începutul secolului al XVII-lea în multe părți ale pământului. Primul care a folosit telescopul pentru scopuri științifice a fost Galilei, iar microscopul a fost pus pentru întîia oară în slujba științei de englezul Hooke și de olandezul Leeuwenhoek. Mai ales activitatea acestuia din urmă are o mare însemnătate pentru dezvoltarea biologiei.

El a observat, primul, cu aparatul său, microorganismele unicelulare, amoebele și bacteriile.

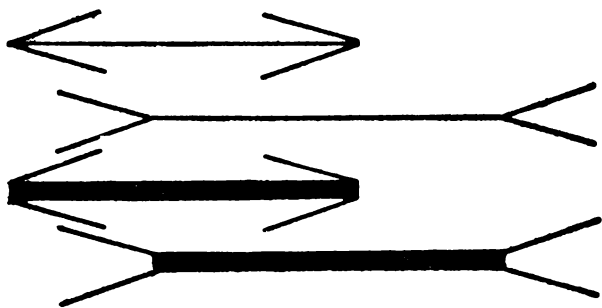
Astăzi, microscopul a devenit instrumentul cel mai comun al cercetărilor biologice.

Capacitatea noastră de judecată ne părăsește

Multe experiențe ne arată că ceea ce vedem nu corespunde întotdeauna cu realitatea. Vorbim în asemenea cazuri despre „iluzii optice“, dar această expresie nu este justă. Sim-

țurile noastre nu ne înșală! Dar atunci, ce provoacă zisele iluzii?

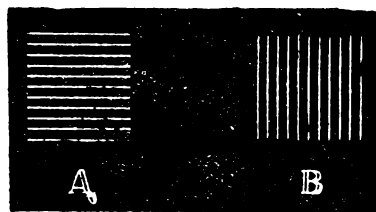
Majoritatea lor provine de la faptul că nu vedem numai, ci judecăm în același timp, și ajungem câteodată, fără să



vrem, la rezultate uimitoare! În realitate, nu este o eroare a simțurilor, ci a capacității noastre de judecată!

Este vre-o linie mai lungă?

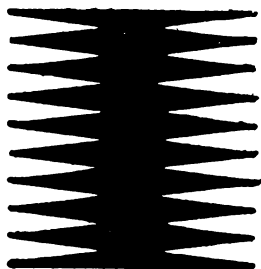
Vom înțelege imediat, dând câteva exemple, din care unele sînt poate cunoscute. Să privim, astfel, figura de mai sus. Cu ajutorul unui compas ne putem convinge ușor că cele 4 linii au aceeași lungime, deși ni se par diferite. Noi prelungim în gînd liniile care au sub o formă sau alta o continuare, iar cele mai groase ni se par mai scurte! Este cunoscut faptul că purtătorul unei îmbrăcămînți cu linii transversale pare mai lat și mai scund. Priviți numai pătratele A și B: apreciind înălțimea formelor A și B, eroarea noastră este provocată de faptul că,



în gînd continuăm involuntar hașurarea lor! Acesta este motivul pentru care figura A ni se pare mai îngustă și mai înaltă, iar B mai lată și mai mică. Care este motivul cons-

tatării contrarii în legătură cu îmbrăcămințile în dungii verticale?

Omul cu statură mai mică, nu numai că nu pare mai „subțirel“ dacă îmbracă o haină cu dungii transversale, ci, din contră, pare mai îndesat. Când



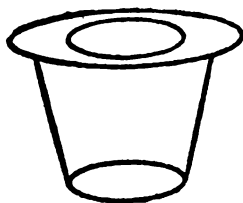
privim o asemenea haină, nu o putem cuprinde dintr-odată, fără a mișca ochiul. Urnărim, deci, în mod involuntar, dungile. Efortul mușchilor ochilor ne face să mărim, în mintea noastră, dimensiunile obiectului, în direcția dungilor. De altfel, totdeauna supunem unui efort mușchii ochilor noștri, dacă privim

obiecte mari, ce depășesc câmpul vizual. Când privim însă micul desen măsurat, din această pagină, ochiul rămîne nemîscat și mușchii lui nu obosesc.

Pentru același motiv ni se pare că vedem în figură un dreptunghi, deși ne putem convinge ușor, cu ajutorul compasului, că este un pătrat!

Care este mai mare?

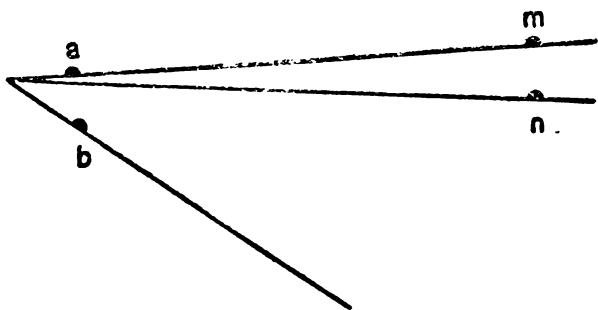
Dar vedeți acum care dintre elipsele din figură este mai mare: cea de jos sau cea interioară de sus?



Ni se pare că cea de jos este mai mare, deși ele sînt perfect egale. Numai din cauza clipsei exterioare înconjurătoare, ni se pare că cea din interior ar fi mai mică. Iluzia mai este

accentuată și de faptul că imaginea nu ne apare în plan, ci în spațiu, sub forma unei găleți.

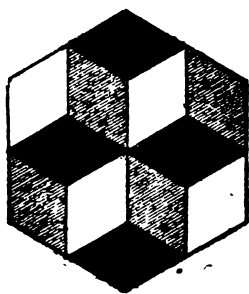
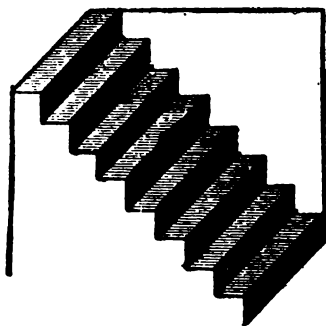
Elipsele sînt transformate, în mod involuntar, de mintea noastră, în cercuri turtite, iar liniile drepte laterale se trans-



formă în pereții găleții. În figura următoare, distanța dintre punctele a și b pare mai mare, decît cea dintre punctele m și n.

Scară sau armonică?

După cum am mai spus, eroarea în „iluziile optice“ constă în dublul proces ce se petrece simultan în mintea noastră: vedem și apreciem. Bine spun unii savanți că: „nu privim cu



Ce să fie: scară? armonică?...

ochiul, ci cu creierul!“ Vom recunoaște și mai bine justetea acestei afirmații, dacă facem cunoștință cu iluziile la care

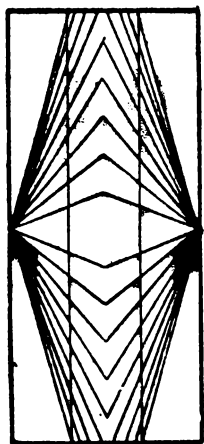
imaginația observatorului participă în mod conștient, atunci când se formează imaginea.

Dacă ne întreabă cineva: ce reprezintă figura din stînga?, — putem răspunde în trei sau chiar în mai multe feluri. Vedem o scară, capătul unui zid neterminat, sau o bucată de carton îndoită în formă de armonică! Depinde de poziția din care privim: de la stînga, din colțul drept, sau în direcția transversală! Dacă ne uităm timp mai îndelungat, atenția slăbește și atunci ne apar alternativ prima, a doua și a treia imagine, — independent de aceea pe care vrem s-o vedem.

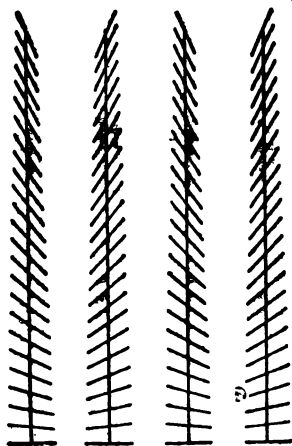
În figura din dreapta, vedem două cuburi jos și unul sus, apoi invers, apoi ca la început, imaginea alternînd mereu...

! Cîteva exemple în plus

Nu există explicații pentru orice iluzie optică. Adesea nici nu putem stabili șirul de raționamente ce se produc în



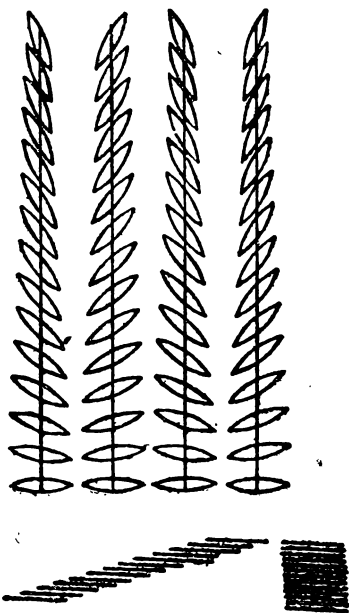
Arcuirea pare evidentă...



Linii... „înșelătoare“

mintea noastră, necum să ne mai dăm seamă unde stă eroarea! În figura de mai sus, de pildă, vedem două arcuri, îndrep-

tate unul spre altul cu partea cea convexă. În realitate, nici vorbă nu e de așa ceva. Așezați lângă aceste arcuri aparente o linie! Se vede imediat că „arcurile“ sînt linii drepte. Dacă privim imaginea lor pe lung și dintr-o parte față de linia ochiului, ne putem convinge de acest lucru și fără riglă. Fixînd vîrfurile creionului pe oricare dintre punctele imaginii și concentrîndu-ne privirea asupra acestui punct, iluzia dispare imediat. Cauza acestei iluzii încă nu a fost clarificată. Și figurile următoare provoacă erori similare: liniile paralele din primul grup apar convergente și dau impresia că sînt împărțite în porțiuni inegale. Dacă le privim însă sub o lumină care se aprinde și se stinge, ele nu mai induc ochiul în eroare. Aceste iluzii par să fie în legătură cu mișcarea ochiului: cînd privim un timp mai scurt, mișcarea nu se poate produce. Liniuțele din partea inferioară a ultimei figuri par de lungimi diferite, și anume cele din dreapta par mai scurte decît cele din stînga.



Sînt egale, sau nu?

Toate au însă aceeași lungime și chiar cele două suprafețe hașurate au aceeași suprafață.

Ele sînt paralelograme, cu aceeași bază și înălțime.

Se pot da multe explicații acestor iluzii interesante, dar nici una nu este complet satisfăcătoare. Un lucru este indiscutabil: motivul iluziilor trebuie căutat în aprecierea invo-

luntară a rațiunii, într-un raționament fals, a cărui intervenție ne împiedică să vedem ceea ce imaginea reprezintă în realitate.

Incotro merge roata?

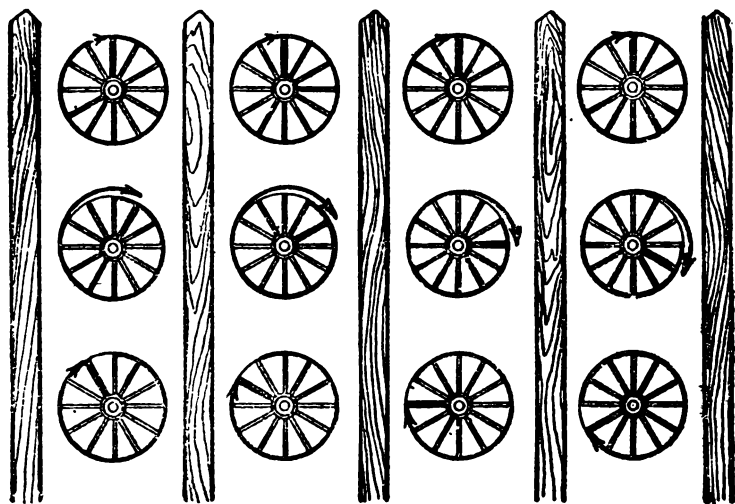
Dacă privim printre șipcile unui gard un automobil care gonește pe șosea, putem constata un fenomen ciudat: mașina merge cu o viteză amețitoare și cu toate acestea roțile ei nu se învârtesc de loc, sau numai foarte puțin. Cîteodată se întîmplă chiar să vedem că roțile se învârtesc în sens invers!

Această impresie ne-o dă faptul că printre șipci, mersul roților se vede cu intermitență. Șipcile gardului acoperă roțile la intervale egale, așa încît în ochiul nostru nu ajunge decît efectul combinat a două mișcări diferite: învîrtirea reală a roților și mișcarea ochiului nostru de-a lungul gardului. Există trei posibilități:

În primul caz, se poate întîmpla ca durata întreruperii să corespundă unui număr de rotații întregi a roților, și atunci spițele vor fi în aceeași poziție cînd le privim prin spațiul următor, ca și înainte. Avînd în vedere că nici intervalele întreruperilor, nici viteza mașinii nu variază, fenomenul anterior se repetă, și noi vedem spițele mereu în aceeași poziție! Aceasta ne dă impresia că roata nu se învîrtește de loc. O impresie identică avem atunci cînd roata nu face o învîrtitură completă, ci parcurge numai distanțe egale cu diferența dintre spițe, în cursul deplasării de la o șipcă la alta a gardului. Astfel, noi vom vedea în fața deschizăturii mereu alte spițe, dar în aceeași poziție, și pentru că spițele sînt uniforme, vedem aceeași imagine repetîndu-se mereu, ca în cazul anterior, dînd impresia statului pe loc.

Al doilea caz se petrece atunci cînd între două spații de gard, roata efectuează ceva mai mult decît o învîrtitură.

După cum am mai arătat, noi nu putem observa prin gard o învîrtitură întreagă. Deaceea percepem acum numai porțiunea mică ce depășește o rotație completă și avem impresia că roata se învîrtește foarte încet.



Mișcarea roții automobilului, văzută printre șipceile gardului.

În cel de-al treilea caz, roata face, între două șipci ale gardului, aproape o învîrtitură întreagă, numai că din ultima parte a rotirii lipsește foarte puțin. În acest caz, avem impresia că spițele se învîrtesc în sens contrar.

Dar mai sînt posibile și alte nenumărate ciudățenii. Dacă, de pildă, pe geanta roții există un semn, iar spițele sînt toate uniforme, se poate întîmpla să vedem geanta învîrtindu-se într-un sens, iar spițele în sens contrar. Și dacă însemnăm spițele, se poate întîmpla să vedem că ele se învîrtesc în sens contrar față de semn, și atunci ni se va părea că semnul sare de pe o spiță pe alta!

Aceste fenomene se observă în mod curent la filme, când apar pe ecran o mașină sau un tren în plină viteză. Pelicula fixează imaginea roții cu intermitențe, în general în câte 16 poziții pe secundă. Aici se pot întâmpla aceleași trei cazuri, în funcție de numărul de rotații făcute în timpul întreruperilor.

Este interesant faptul că, în timp ce mașina gonește, putem stabili, cu ajutorul roților aparent nemișcate, care este numărul minim de rotații efectuate de roți într-o secundă. Dacă frecvența pătrățelelor filmului este de 16 pe secundă, iar numărul spițelor automobilului este de pildă 12, putem calcula astfel: pătrățelele peliculei sar de 16 ori pe secundă deci durata unei sărituri este de $1/16$ secundă.

În acest timp, roata trebuie să se miște cel puțin cu distanța dintre două spițe, ca s-o vedem în același loc. Dacă rotirea cu o spiță durează $1/16$ secundă, o rotație întreagă, adică deplasarea a 12 spițe va fi de 12 ori mai mare: $12/16$ sau trei sferturi de secundă. Roata face deci într-o secundă, o rotație împărțită la trei sferturi, adică $4/3$ rotații.

Acesta e minimum de rotații efectuat de roata mașinii. Rotația poate să fie însă de două sau trei ori mai mare.

Din numărul de rotații putem deduce și viteza mașinii. Ea înaintează, de fiecare învîrtitură, o distanță egală cu circumferința roții.

De exemplu, dacă diametrul roții este de 80 cm, circumferința ei va fi de 2,50 metri.

La $4/3$ rotații, înseamnă că avem o înaintare de 3,35 m pe secundă. Mașina parcurge într-o oră de 3 600 ori această distanță, adică 12 km.

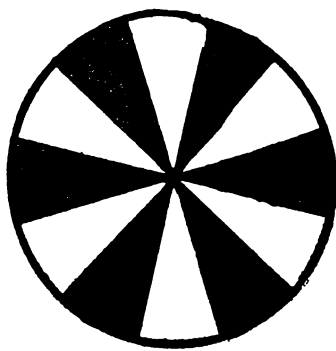
Viteza ei este, deci, de 12 km pe oră, sau un multiplu al acesteia.

Să nu credeți că acest fenomen interesează numai ca simplă curiozitate: el se utilizează în tehnică pentru determinarea turației unor axe, care se rotesc cu viteze mari.

Microscopul de timp

Fenomenul de mai sus permite observarea învîrtiturilor rapide cu o încetinire foarte mare. Acest lucru trebuie să ni-l închipuim ca pe filmele proiectate cu încetinitorul.

Baza microscopului de timp îl formează discul reprezentat în figură. Privit sub proiecția unei lumini ce se aprinde la intervale regulate, în timp ce discul se învîrtește, vom constata același fenomen ca la roata de automobil, văzută prin gardul de șipci! De pildă, în cazul cînd lumina se aprinde de o sută de ori pe secundă,



✓ Așa arată discul care formează baza microscopului de timp.

iar discul se învîrtește de 25 de ori, avem impresia că el stă pe loc. Dar dacă numărul aprinderilor pe secundă este de 101, discul nu se poate învîrți între două aprinderi cu o pătrime completă, ca în cazul anterior, adică sectorul de cerc respectiv nu ajunge în poziția sa inițială!

Ochiului i se pare atunci că discul rămîne cu o sutime în urmă.

Într-o secundă, această rămînere în urmă însumează o rotație completă, dîndu-ne impresia că discul se învîrtește în sens invers odată pe secundă.

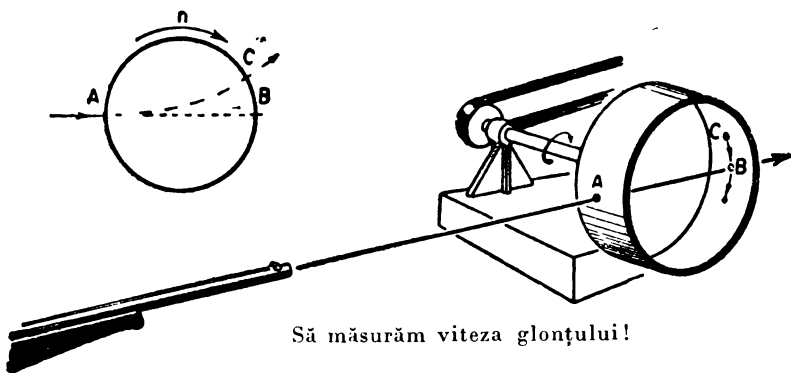
Comparînd această rotație cu cea adevărată, constatăm că este de douăzeci și cinci de ori mai înceată, și de sens contrar! Putem realiza și impresia rotației mai lente, în același sens cu rotația adevărată, dacă reducem numărul de aprinderi ale sursei de lumină. De exemplu, la 99 de aprinderi pe secundă, ni se pare că discul se învîrtește înainte, făcînd o rotație pe secundă.

Am obținut astfel un microscop de timp cu o încetinire de 25 de ori. Putem mări gradul de încetinire, apropiind și mai mult numărul aprinderilor, de pildă la 100 pe secundă. În cazul când lumina se aprinde de 999 ori în zece secunde, încetinirea va fi de 250 de ori.

Cu ajutorul microscopului de timp se pot examina bine, încetinite foarte mult, mișcările periodice extrem de rapide. De aceea, aparatul se întrebuințează în primul rînd pentru studierea unor mecanisme cu turații mari.

25. Care este viteza glonțului?

Pentru determinarea vitezei unui glonț, se întrebuințează o placă de carton gradată cu linii negre și montată pe un cilindru de mare rotație.



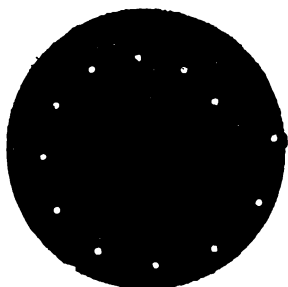
Să măsurăm viteza glonțului!

Trăgătorul ochește în direcția diametrului cilindrului. Dacă acesta stă nemișcat, glonțul va trece prin două puncte aflate față în față pe diametru. Dar când cilindrul se rotește, el se deplasează în timpul cît glonțul parcurge distanța între cele două puncte de pe circumferință, așa încît glonțul pătrunde prin punctul C, în loc de punctul B.

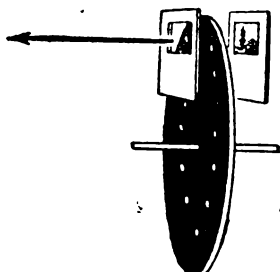
Fie n turația cilindrului care are diametrul d . Calculați viteza glonțului, cu ajutorul lor și a arcului BC!

Discul lui Nipkov

Prima figură reprezintă un disc în care s-au tăiat găuri mici, la distanțe egale, de 2 mm, dispuse în formă de spi-

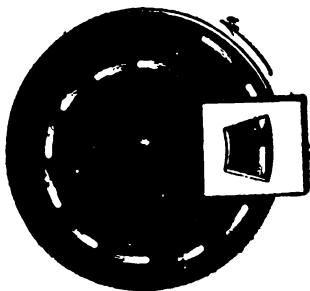


Cum sînt date găurile pe
discul lui Nipkov



Discul lui Nipkov, așa
cum este el montat.

rală. Găurile se apropie deci, treptat, spre centrul discului. În figura a doua vedem discul, gata montat pe un ax în jurul căruia se poate roti. În fața lui se află o fereastră, iar în spate, un tablou de aceeași mărime cu fereastra. Este limpede că privind prin aceasta, vom putea vedea cîte ceva din tablou, numai atunci cînd în fața ferestrei se află o gaură. Dar și atunci nu vom vedea decît atîta cît permite gaura! Cînd însă discul se învîrtește cu viteză mare, tabloul se vede foarte bine. Dacă rotația se încetinește, tabloul devine șters și apoi dispare complet cînd discul se oprește. Acest mic dispozitiv se numește discul lui Nipkov. Pe ce se bazează efectul său ciudat? Oare numai aparatul singur produce fenomenul descris? Desigur că nu!



Numai cînd în fața ferestruicii se află o gaură de pe disc, se mai vede ceva din tabloul aflat în spatele discului.

În afară de alcătuirea discului și de mișcarea sa, mai e vorba și de constituția ochiului nostru, care contribuie în mare măsură la producerea fenomenului. Într-adevăr, ochiul nostru reține imaginea ce s-a format pe retină, timp de $1/20$ secundă și nici nu este în stare să perceapă o altă imagine în acest interval de timp.

Pe această însușire a ochiului se bazează și cinematografia. La filmare se fac cîte 24 de poze pe secundă, iar la proiecție imaginile se succed la intervale de $1/24$ secundă. Ochiul nostru nu observă imagini separate și astfel pozele proiectate într-o succesiune rapidă ne dau impresia unor mișcări continue.

Să vedem acum ce se întîmplă, cînd discul lui Nipkov se învîrtește repede. Gaura cea mai îndepărtată de la centru trece în fața marginii superioare a ferestruicii. Dacă mișcarea este destul de rapidă, se vede întreaga fișie din spatele găurii. Gaura următoare, aflată ceva mai aproape de centru, dezvăluie o altă fișie a tabloului, cînd trece, cu mare viteză, în fața cîmpului respectiv al ferestrei. Gaura a treia permite să vedem o a treia fișie, și așa mai departe. Dacă șaiba se învîrtește destul de repede, putem vedea întreg tabloul.

Televiziunea

Cînd ascultăm transmisia radiofonică a unui meci de fotbal interesant, toți ne gîndim: ce bine ar fi dacă am putea să-l și vedem! Dar iată, nu e departe vremea cînd toți vom putea privi, de acasă, stînd în fața aparatului de televiziune, o competiție sportivă sau o piesă de teatru.

Pentru realizarea televiziunii au trebuit să se rezolve foarte multe probleme științifice și tehnice, extrem de complicate.

Imaginea se transmite pe cale electrică. Dar nu se poate transmite întreagă, ci numai cîte o părțică, în formă de

punct, — așa numitele elemente ale imaginii. Desigur, nu este necesar să descompunem imaginea în elemente desenate, tipărite sau fotografiate, deoarece orice imagine este formată din elemente.

Putem demonstra acest lucru dacă privim ilustrația unei cărți printr-o lupă. Deși văzută cu ochiul liber părea a fi continuă, imaginea se descompune în grupe de puncte separate. Deci vedem totuși o imagine continuă? Vom încerca să răspundem la această întrebare.

Desenați, pe o foaie de hîrtie, două pătrățele negre, la o mică depărtare unul de altul. Așezați foaia de hîrtie pe ceva înalt și priviți-o de la o distanță de cîțiva metri: veți vedea clar două pătrățele. Dacă ne îndepărtăm acum încet, la o oarecare distanță nu mai vedem două pătrățele distincte, căci ele se contopesc pe hîrtie.

Explicația acestui fenomen este capacitatea de descompunere limitată a ochiului nostru, limita fiind de 1,5 minut de arc. Din cauza acestei însușiri a ochiului nostru, ne este perfect indiferent dacă pe imagine există două puncte alăturate, distincte, sau doar un singur punct mai mare.

Dacă cele două puncte sînt destul de apropiate — mai aproape ca 1,5 minut de arc — ochiul nostru va vedea, oricum, unul singur. De aceea putem realiza orice imagine, din puncte alăturate, separate, mai deschise și mai închise. Distanța între puncte trebuie să fie, bine înțeles, destul de mică față de distanța de la care privim.

Desigur că apare în mod firesc întrebarea: din cîte puncte este formată o imagine? Am putea crede că o imagine mică este formată din mai puține elemente, și una mare din mai multe. Totuși nu e așa! Indiferent dacă e mare sau mică, imaginea cuprinde întotdeauna același număr de elemente.

Explicația acestui fenomen, aparent ciudat, trebuie căutată într-o altă însușire a ochiului nostru. Dacă ținem capul și ochii nemișcați, vedem peisajul din fața noastră sub un unghi

relativ mare. Vedem aproape tot ce se află în fața noastră, adică unghiul nostru vizual este de aproape 180 de grade.

Dar asta nu însemnează că vedem totul la fel de bine. Ceea ce se află lateral nu se vede clar, și abia distingem obiectele. Nu vedem clar decât o fîșie mică, și anume întinderea care intră într-un unghi de circa 40 de grade. Acesta este unghiul vederii clare.

Imaginați-vă acum o fotografie de 12×18 cm. Dacă vrem s-o vedem foarte bine, trebuie s-o apropiem cît se poate de mult de ochiul nostru, dar în așa fel încît toată imaginea să intre în unghiul vederii clare. Trebuie să ținem deci fotografia la circa 25 cm distanță.

Dacă ne imaginăm însă o fotografie sau un tablou cu laturile de zece ori mai mari decât cea dinainte, atunci trebuie s-o ținem la o distanță de zece ori mai mare, adică la 2,5 m, ca s-o vedem clar.

Trebuie să descompunem cele 40 de grade în părțile de 1,5 minute de arc, deoarece punctele mai mici nu se văd separat. Astfel: $2400 \text{ minute} : 1,5 \text{ minute} = 1600$ de elemente pe care le putem distinge în lățime. Avînd în vedere că înălțimea este de trei sferturi din lățime, putem distinge în înălțime 1200 de elemente ale imaginii. Și atunci: $1600 \times 1200 = 1\,920\,000$ elemente vor exista pe imagine, dacă privim de la distanța cea mai potrivită.

Stația de emisiune pentru televiziune poate transmite simultan numai un singur element al imaginii? Cum putem face totuși, ca să putem vedea imaginea întreagă?

Ochiul nostru posedă din fericire proprietatea de a păstra un oarecare timp imaginea percepută, — adică pentru circa o zecime de secundă. Dacă elementele imaginii se succed mai rapid ca o zecime de secundă, ele se contopesc în ochiul nostru și vedem imaginea întreagă.

Prima întrebare este, deci, cum putem descompune în elemente destul de mici imaginea care trebuie transmisă,

și cum putem transmite apoi, într-o succesiune destul de rapidă, elementele astfel obținute.

Imaginea a fost descompusă, la început, mișcînd în fața ei o fereștriuță prin care se putea vedea totdeauna numai o porțiune minusculă a imaginii. Dar stațiile moderne de emisiune și recepție de televiziune funcționează altfel.

Tubul catodic este partea esențială a instalației de televiziune. El e un tub de sticlă, în care s-a făcut vid, după ce s-au introdus o sîrmă și un cilindru metalic. Aceștia sînt electrozii, legați de cei doi poli ai unei surse de curent.

Curentul electric nu poate să circule, deoarece spațiul vid formează o întrerupere. Dar dacă sîrma, — denumită catodă — este încălzită pînă la incandescență, curentul începe să circule, deoarece catoda incandescentă emite electroni.

Electronii proiectați din catodă se numesc „raze catodice“. Cu ajutorul unor dispozitive electrice, se poate face ca electronii să se concentreze într-un fascicul. Există materiale care luminează sub efectul electronilor îndreptați asupra lor.

Dacă interiorul pereților de sticlă ai tubului catodic se îmbracă într-un asemenea material, vom vedea sclipiri în locurile pe care cad razele catodice.

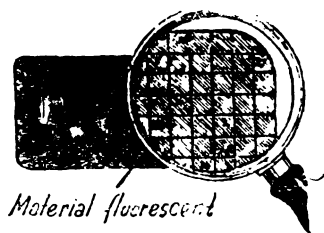
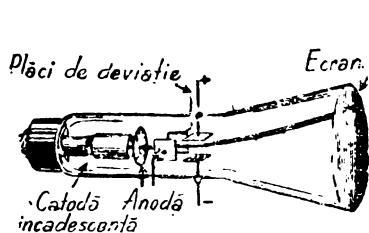
Între cilindrul, — denumit anodă — și ecranul luminescent se intercalează două perechi de plăci. Cu ajutorul potențialului electric, conectat cu aceste două perechi de plăci, putem devia razele catodice din calea lor. Una dintre perechi poate devia razele în direcție orizontală și cealaltă pereche le deviază vertical.

Postul emițător de televiziune funcționează astfel:

Imaginea care trebuie transmisă se proiectează cu ajutorul unor obiective fotografice pe exteriorul tubului catodic. Această porțiune a tubului are forma unui ecran și chiar poartă această denumire.

Partea interioară a ecranului este îmbrăcată cu un material care, sub efectul luminii, emite electroni, și anume cu

atît mai mulți cu cît intensitatea luminii este mai mare. În afară de aceasta, pe ecran se gravează, prin linii extrem de fine, o rețea cu ochiuri mărunte. Liniile gravate nu se umplu cu material sensibil la lumină, ci numai ochiurile



Schema de principiu a tubului catodic. Raza care trece prin mijloc deviază din calea ei, sub efectul uneia dintre perechile de plăci de deviație.

Ecranul cu rețea al tubului catodic, folosit pentru emisiunea imaginii filmului. Liniile rețelei se gravează în sticlă, iar „găurile” se acoperă cu un strat de material fluorescent.

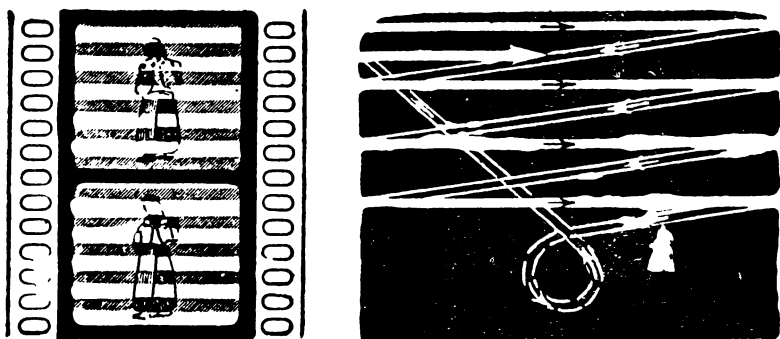
dintre ele. Fiecare ochi îndeplinește aici rolul ferestruicii care se mișcă în fața imaginii cu ocazia primelor experiențe.

Sub efectul luminii care cade asupra lor, ochiurile emit mai mulți sau mai puțini electroni. Astfel se schimbă și încărcătura lor electrică, în timp ce perechile de plăci fac ca razele catodice să parcurgă toată suprafața interioară a ecranului.

Razele catodice dau „o imagine” a încărcăturii electrice a diferitelor ochiuri, și oscilațiile încărcăturii se transmit, printr-o stație de radioemisiune, la aparatele de recepție pentru televiziune.

În aparatele de recepție pentru televiziune există un tub catodic identic, — denumit tubul de imagine — însă cu două diferențe față de cel de la stația de emisiune: pe ecranul său nu se gravează nici o rețea și în afară de aceasta este îmbrăcat cu un material, care luminează sub efectul electronilor. El funcționează deci tocmai invers ca tubul catodic

al stației de emisie. Razele catodice ale instalației de recepție sînt mișcate simultan și în același fel ca razele tubului de emisie, folosindu-se perechi identice de plăci. Oscilațiile încărcăturii electrice ale razelor catodice, sosite



Drumul razelor catodice pe ecranul cu rețea. Ele trec cu viteză mare, mai întâi peste rîndurile neperechi și apoi peste cele perechi. Figura reprezintă momentul cînd razele și-au terminat calea peste rîndurile neperechi și au pornit de la punctul inițial al rîndurilor perechi. Pe pătrățelele peliculei filmului reprezentate în partea dreaptă, putem vedea rîndurile (fișiile) separate.

de la stația de emisie, reglează intensitatea razelor catodice care se mișcă pe tubul de imagine.

Cînd raza ajunge la tubul de emisie, pe o porțiune deschisă, razele catodice de pe tub devin mai puternice: locul corespunzător al ecranului devine mai luminos. Dacă, pe de altă parte, razele catodice ajung pe ecranul de emisie la o porțiune mai închisă, intensitatea razei care se mișcă pe tubul de recepție scade și ecranul se întuneacă.

Pe ecranul tubului de recepție se înșiră deci, într-o succesiune foarte rapidă, locuri cu o luminozitate diferită. Toate acestea se contopesc în ochiul nostru într-o singură imagine.

În acest fel putem transmite numai imagini alb-negre. Transmiterea unor imagini fidel colorate este legată încă de numeroase probleme, și a trebuit să se modifice în mod fundamental toată instalația de televiziune, pentru rezolvarea lor.

Puteți vedea cât de greu se poate urmări și înțelege chiar această descriere schematică. De aici ne putem da seama cât de lung și greu a fost drumul pe care au trebuit să-l parcurgă cercetătorii și tehnicienii pînă au descoperit și au realizat aparatele necesare. Însă știința nu cunoaște probleme de nerezolvat!

Rezultatele primului plan cincinal al Ungariei au permis instalarea primului post de emisie de televiziune.

Patru miliarde de granule = un portret!

Am vrea să mărim uneori anumite fotografii ce prezintă interes, de pe un clișeu format mic. Dar cât de mare ne este decepția, cînd primim în locul pozei mărite imaginea unor puncte și pete din care nu deslușim nimic. Se întîmplă, de pildă, că portretul se transformă, prin mărire, într-o siluetă vagă formată din nenumărați pistrui.

Privind „poza“ de la o distanță mai mare, parcă ne-am da seama ce reprezintă, dar din apropiere persoanele sînt de nerecunoscut! Fotograful, specialist, spune în acest caz: poza are rastăr, adică o granulație mare, și nu se poate mări! Dar care e baza fizică a fenomenului?

Fotografia se bazează pe transformările chimice provocate de lumină pe pelicula filmului sau pe placa sensibilă la lumină.

Materiialul negativ — clișeul — este format de obicei dintr-un compus al argintului, din care acesta se separă sub efectul luminii. În locurile unde s-a depus argintul, filmul devine negru la developare.

Materialul sensibil la lumină trebuie așternut pe pelicula filmului într-o emulsie foarte fin repartizată. Dar oricît de fină ar fi emulsia, argintul tot se separă în granule sub influența luminii.

Chimiștii au depus multe eforturi și au făcut multe încercări, pînă ce au obținut, pe filmele actuale, o granulație mai puțin vizibilă decît aveau cele de fabricație mai veche. Este caracteristic că pe filmele cu granulație mai mare, din trecut, fața unui om era compusă din 4 milioane de granule, în vreme ce acum sînt aproape 4 miliarde.

Dar aceasta este numai una din cauzele granulației prea mari a imaginilor. Și cu filme de aceeași calitate se pot obține filme mai mult sau mai puțin granulate, în funcție de calitatea obiectivului aparatului fotografic.

Capacitatea de descompunere a imaginii, pe care o au lentilele obiectivului fotografic, influențează și ea asupra numărului de puncte care vor forma figura persoanei fotografiate. Cu cît capacitatea de descompunere a obiectivului este mai mare, cu atît mai multe puncte vor forma imaginea. Și cu cît numărul punctelor este mai mare, cu atît mai amănunțită, mai coerentă este imaginea, și cu atît mai bine se va putea mări.

Și capacitatea de descompunere a ochiului nostru este limitată, de aceea imaginea formată din mai multe puncte se contopește la o anumită distanță, redînd mai bine fața persoanei respective.

Noaptea, toate vacile sînt negre !

Ce înseamnă, de fapt, această zicală? Dacă o înțelegem textual, ea nu exprimă decît ceva absolut de la sine înțeles, deoarece pe întuneric nu putem vedea nici un fel de obiect. Dar zicala se referă în mod evident nu la întunericul beznă, ci la penumbră.

Ea vrea să spună, că la o lumină foarte slabă, ochiul nostru nu poate distinge culorile. Ne putem convinge foarte ușor de justetea acestei afirmații. Putem observa că în penumbră diferențele de culori dispar și orice obiect capătă un colorit de un cenușiu mai deschis sau mai închis.

„*Razele soarelui abia pătrundeau prin jaluzelele lăsate — scria Cehov în nuvela sa „Scrisoarea“, — penumbra ce domnea în cameră făcea ca întregul buchet de trandafiri, cât era de mare, să pară de o singură culoare*“.

Nenumărate experiențe de fizică au confirmat această observație.

Dacă luminăm slab o suprafață colorată cu o lumină albă, sau o suprafață albă cu o lumină colorată, ochiul nostru percepe la început o culoare complet cenușie, fără nici un fel de nuanțe.

Mărind treptat intensitatea luminii, la un moment dat ochiul începe să distingă culorile. Acest moment — sau, mai precis, acest grad de intensitate a luminii, se cheamă „pragul inferior al perceptibilității culorilor“.

S-a descoperit, însă, că perceptibilitatea culorilor are și un prag superior. La o lumină prea puternică, ochiul nostru nu mai poate distinge nuanțele de culori, și atunci orice suprafață colorată pare albă.

Curcubeul

Unul din cele mai frumoase fenomene ale naturii este curcubeul.

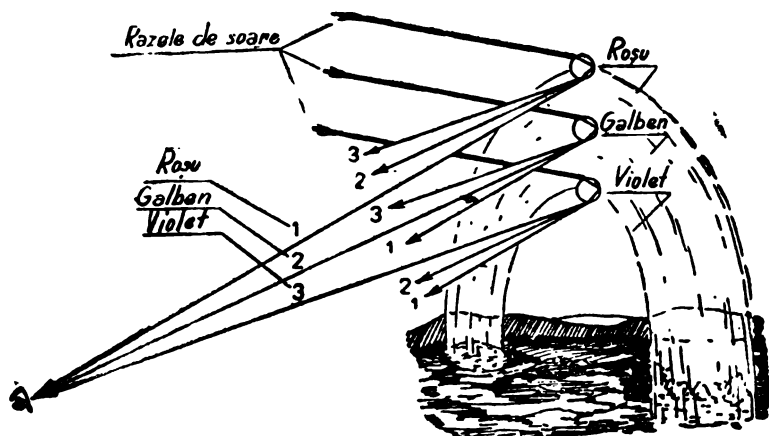
El poate fi văzut după ploaie și culorile sale plăcute, blinde, înveselesc privirile. Nu este deci de mirare că omul primitiv a legat atâtea basme și legende de acest fenomen, care a inspirat și imaginația multor poeți.

Versurile cele mai cunoscute din literatura maghiară, tratând această temă, le găsim în poemul lui Arany János

„Copilul și curcubeul“, în care un bătrîn sihastru explică unui copil — deziluzionat de visurile sale — următoarele:

Dorințele puternic te atrag
Spre sferele de nepătruns, cerești.
Te mistuie un dor, dar nu găsești
Ce cauți, alergînd, — ce-ți este drag.
E doar o amăgire, o-nșelare,
O rază caldă, rumenă, de soare,
Un zîmbet mîndru și triumfător,
Care se frînge-n fiecare nor...
Și norii fug, plîngînd, din calea lui...
Nu-i nicăieri! E jocul soarelui...

Copiii de azi învață la școală explicația științifică a formării curcubeului, pe care poetul o arată atît de frumos în versuri. Astfel, curcubeul apare atunci cînd razele de soare



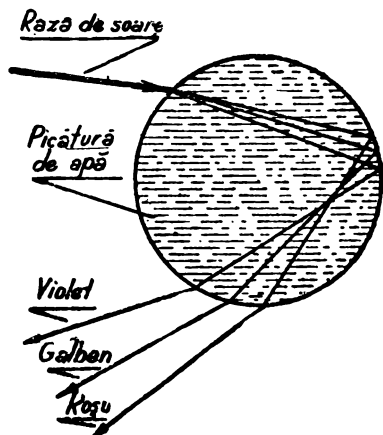
Formarea curcubeului.

cad asupra unor nori, formați din picături de apă, și cînd avem soarele în spate, iar în fața noastră stau norii.

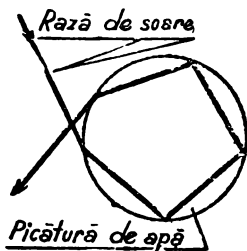
Într-adevăr, acest zîmbet triumfător al soarelui, curcubeul, se formează din atingerea razelor sale cu picăturile de ploaie. Cînd o rază pătrunde în picătura de apă, ea se refrac-

lă, și de aceea lumina albă se descompune în culorile din care este formată. Apoi razele colorate sînt reflectate de suprafața din spate a picăturii. La ieșirea din picătură, razele

colorate se refractă din nou și unele din ele ajung pînă în ochiul persoanei care stă cu spatele spre soare și cu fața spre norul



Drumul razelor de soare într-o picătură de ploaie.



Formarea celui de al doilea curcubeu.

de ploaie. Fiecare picătură trimite, deci, — la o anumită poziție a ochilor — numai o singură rază colorată. Dar într-un nor se află un număr imens de picături de ploaie, așezate în toate direcțiile, așa încît mulțimea de raze colorate formează întreg curcubeul.

Din figura alăturată se poate vedea că numai un număr din razele care cad asupra părții superioare a picăturii ajung în ochiul observatorului, — fiindcă acesta stă, bineînțeles, mult mai jos decît norul de ploaie.

Acel număr redus de raze se refractă, se reflectă și se refractă din nou, răspîndindu-se apoi în sus, în aer, și nu în jos, spre ochiul observatorului!

Picătura de ploaie refractă mai puternic razele albastre decît pe cele roșii. De aceea — dacă privim cu atenție figura — vedem că din picăturile superioare vor ajunge la ochiul

nostru razele roșii, în timp ce razele albastre, la care refracția este mai accentuată, vor putea ajunge și de la picăturile aflate mai jos.

Acesta este motivul pentru care vedem culoarea roșie a curcubeului totdeauna sus, iar jos vedem fișia albastră.

De fapt, curcubeul nu este nicăieri. Fiecare picătură de ploaie din aer trimite spre pământ asemenea raze, și totalitatea lor ne dă minunata imagine a curcubeului. Fiecare vede deci „propriul” său curcubeu.

Excelent observator al naturii, Arany János descrie astfel acest fenomen, la începutul poeziei sale:

„Cu două bolți, minunea-ntre minuni
Așază răsăritului, cununi!”

De unde vine arcul dublu, pe care oricine l-a putut observa adesea? Arcul al doilea are culori mai puțin vii decât curcubeul principal și ele sînt așezate în ordine inversă: sus este fișia albastră și jos cea roșie.

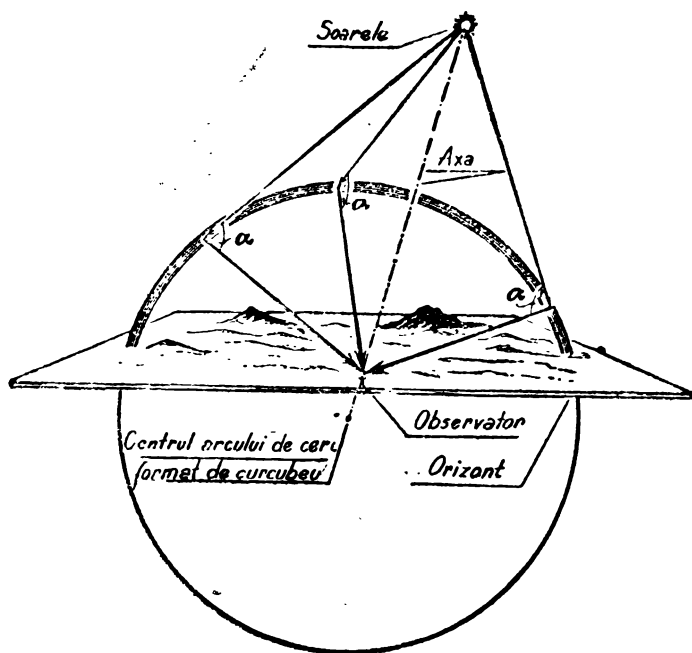
Acest curcubeu — așa numit secundar — se formează cînd razele de soare ajung în partea inferioară a picăturilor de ploaie, unde suferă o refracție dublă, după care ajung în ochii noștri. Această dublă refracție și reflecție inversează ordinea culorilor: cele de jos vin sus, și invers.

Forma curcubeului

Nu numai culorile, ci și forma sa de boltă contribuie la frumusețea curcubeului. În legătură cu aceasta, se pune întrebarea de ce are el întotdeauna forma unui arc de cerc? Iată de ce:

După refracție și reflecție, unele picături de ploaie trimit în ochiul nostru raze roșii, iar altele trimit raze albastre, aceasta depinzînd de poziția picăturii, față de soare și față de ochiul nostru.

Picăturile de ploaie, care au aceeași poziție față de soare și față de ochiul nostru, se află pe un cerc. Razele de soare ajung la picăturile de ploaie, situate pe circumferința cercului, sub un unghi de aceeași mărime.



De ce vedem totdeauna curcubeul sub forma unui arc de cerc?

De aci, razele care ajung în ochiul nostru — să zicem, de exemplu, cele roșii — formează un con al cărui vîrf este tocmai în ochi.

Însă numai partea superioară a acestui con ajunge în ochiul nostru, — și ea este însăși bolta curcubeului — partea inferioară aflîndu-se sub orizont.

Centrul arcului de cerc al curcubeului se găsește totdeauna pe linia dreaptă care leagă ochiul nostru cu soarele.

Firmamentul, întins cît vezi cu ochii deasupra noastră, este izvorul multor probleme de optică, și „misterele“ sale au preocupat omenirea din vremurile cele mai îndepărtate. Poetul se întreabă și el:

„Nu ne minte bolta cerului, cu haina
De culoare-albastră? Care-i este taina?“

(Arany János : „Ars Poetica“ a lui Voitina)

După cum știm, orice corp are în aparență culoarea razelor pe care le reflectă suprafața sa, în timp ce el absoarbe pe celelalte componente ale luminii albe. Aceasta să fie oare explicația culorii albastre a firmamentului? Imposibil, căci nu este vorba de un obiect cu o suprafață determinată. Aci, numai stratul de aer care înconjoară pămîntul provoacă impresia culorii albastre! Să explicăm, deci, care este motivul:

Diferitele culori ale cerului, — fondul albastru, inelele care se văd cîteodată în jurul soarelui și lunii, culoarea purpurie, argintie și verde, de la răsăritul și apusul soarelui — sînt provocate toate de efectul reciproc între razele luminoase și moleculele care formează atmosfera, precum și de particulele corpurilor străine care se găsesc suspendate în aer. Atmosfera nu conține însă nici un fel de colorant, nimic din ce ar putea absorbi, sau lăsa să treacă, anumite culori.

Explicația trebuie căutată în undele prin care se propagă lumina. Firicelele de praf care plutesc în aer împrăștie undele de lumină la fel cum undele de apă se frîng pe pietrele din rîuri. Undele mai mari trec peste pietrele mai mici, dar undele mai mici se frîng.

Și în lumina albă a soarelui există raze cu o lungime de undă mai mare, — razele roșii — iar altele cu o lungime de undă mai mică, — cele albastre. Firicelele de praf abat

mai ușor razele albastre din drumul lor, decît pe cele roșii, și prin aceasta ele descompun lumina albă a soarelui în diferite culori.

În partea dinspre pămînt a atmosferei plutesc mai multe firicele de praf, decît în partea superioară. De aceea, în zorii zilei și la asfințit, cînd razele soarelui parcurg un drum mai lung — decît la prînz — prin straturile de jos ale atmosferei, lumina solară pare mai gălbuie; și chiar roșiatică.

Razele albastre, difuze, abătute din drumul lor, dau cerului acea culoare albastră. Dacă n-ar fi așa, cerul ar arăta negru iar stelele ar luci și ziua. La altitudini foarte mari, unde nu avem deasupra decît o porțiune mai mică a atmosferei, cerul pare, într-adevăr, de o culoare mult mai închisă.

Mai putem observa și altfel „puterea“ particulelor de praf: de pildă, fumul ce se ridică dintr-un coș pare să fie albastru în fața unui fond negru, mai ales cînd firicelele de praf care plutesc în el sînt extrem de mici. Acest lucru se întîmplă cînd fumul provine de la arderea lemnului sau cînd cărbunii s-au transformat în jar. Fumul pare atunci albastru, deși firele de cărbune sînt negre! Puterea de dispersare a luminii este deci mai puternică decît cea de absorbire.

Și fumul țigării rezemată de scrumieră este albastru, dar el devine cenușiu cînd ținem țigara în gură! Acum, respirația caldă înconjoară particulele de fum cu vapori de apă, așa încît ele se măresc și dispersează nu numai undele scurte, ci și pe cele mai lungi.

De ce răsăritul și apusul soarelui sînt purpurii?

Culorile minunate ale cerului de dimineață și seară sînt demne de pana poeților.

„Coborînd, pe boltă, globul de jăratec
Strălucește-n purpuri, mîndru și sălbatic...”

— scria Petöfi, despre un apus de soare. Culoarea roşie aprinsă a răsăritului şi apusului de soare mai este legată şi de alte fenomene. Conţinutul de vapori de apă, din timpul dimineţii şi serii, se condensează în atmosferă sub forma unor picături de ceaţă, care nu lasă să treacă decît razele roşii. Dar dacă atmosfera conţine prea mulţi vapori de apă, aceştia încep să se condenseze mai înainte de apusul soarelui şi atunci, — văzînd roşeata palidă a amurgului, spunem, pe drept cuvînt: „o să plouă!“

Dimineaţa, procesul este invers: ceaţa începe să se ridice, din cauza încălzirii aerului, dar numai după ce soarele s-a ridicat mai sus şi a bătut un timp oarecare. Lumina parcurge, în acest caz, un drum mai scurt în straturile inferioare, ceţoase, ale atmosferei, decît atunci cînd soarele apune.

De aceea roşeata serii este mai bătătoare la ochi, decît cea de dimineaţă. Dacă cerul este roşu şi dimineaţa, aceasta însemnează că atmosfera conţine foarte mult abur, atît de mult, încît nici soarele nu poate împrăştia ceaţa. Ori, ce vreţi mai bun semn de ploaie, decît atmosfera încărcată cu vapori?

Cîteodată, roşeata creşte din cauza unui incendiu mare. Cînd a erupt vulcanul Cracatoa, acum 60 de ani, pretutindeni, pe tot globul, cerul prezenta o roşeată pronunţată, cu totul neobişnuită. La erupţia vulcanului au fost proiectate cantităţi mari de praf fin, pînă la mari înălţimi şi praful nu s-a depus decît după mult timp.

Fiţi atenţi cînd cumpăraţi o haină albastră

Chiar aşa! E bine să fiţi atenţi. Nu, doar, că aţi lua-o prost cusută, dar se poate întîmpla uşor ca haina aleasă să fie verde şi nu albastră, cum aţi dorit-o! Sau, se poate şi

invers: s-o doriți verde și să cumpărați o haină albastră! De ce? Regretabila confuzie se întâmplă numai la cele două culori?

Da, într-adevăr, numai la aceste două culori! Explicația fenomenului este că în majoritatea magazinelor de textile lumina arde și ziua! Ori, lumina lămpilor noastre este gălbuie, conținând mult mai multe raze galbene, decât albastre și verzi.

Corpurile albastre au această culoare pentru că, din razele care cad asupra lor, ele reflectă numai pe cele albastre, absorbind celelalte raze. Dar dacă lumina care cade asupra lor nu conține raze albastre, ele nu au ce să reflecte, și de aceea par cenușii.

Și materialele verzi par cenușii la lumina lămpii. Ambele reflectă, în asemenea condițiuni, prea puțină lumină albastră, respectiv verde, ca să se poată recunoaște culoarea lor reală.

Putem demonstra acest lucru, dacă producem o flacără complet galbenă frecînd fitilul unei lămpi de spirt cu sare de bucătărie.

În lumina galbenă, orice obiect care nu este galben sau alb va apare de un cenușiu murdar, sau chiar negru, dacă obiectul este mai închis.

Culorile sidefului

Sideful, din care se fac nasturi, agrafe, cutii sau diferite ornamente — deși este alb — prezintă culori minunate, care radiază, parcă, în unde. Se spune că sideful „irizează”. Există și insecte ale căror aripi irizează în asemenea culori sidefii.

De unde provine însușirea aceasta, care face din fiecare loc al suprafeței un „izvor” de culori, mereu schimbătoare?

Și explicația acestui fenomen se bazează tot pe natura undelor luminii. Când se întâlnesc două raze de lumină, ele își schimbă totdeauna caracterul. Dacă poziția lor este identică, atunci se suprapun, în mod firesc, și se amplifică.

Dar dacă un vîrf se întâlnește cu o vale, undele se slăbesc reciproc sau chiar se neutralizează complet. Foarte multe fenomene arată că acest lucru surprinzător, este adevărat: adăugînd lumină la lumină, obținem uneori întuneric!

La întâlnirea a două raze de lumină albă, culorile care compun lumina albă se adună toate la un loc: roșu cu roșu, albastru cu albastru etc. Se poate întîmpla ca unele perechi de raze să se amplifice, iar alte perechi să se anihileze reciproc. În cazul acesta vom vedea suprafața ca fiind colorată, deși ea a fost luminată numai de o lumină albă.

De pildă, dacă razele albastre se elimină reciproc, vedem restul de culori care compun lumina albă — puțin roșu-gălbui — rămînînd, deci, așa numitele culori complementare ale albastrului.

Dar să revenim la sîdef. Suprafața sîdefului este brăzdată de foarte multe șanțulețe, extrem de fine. Pantele deviază razele de lumină din calea lor și acestea se întâlnesc atunci cu razele reflectate de suprafața lucioasă dintre brazde.

În funcție de unghiul sub care cad razele pe suprafața sîdefului și în ochiul nostru — se anihilează mereu perechile de raze, avînd alte culori. În consecință, și restul culorilor, care nu au fost absorbite, variază încontinuu la cea mai mică mișcare a capului, sau a obiectului.

Baloane de săpun

Și baloanele de săpun fac minunate unde sîdefii, deși suprafața lor nu are brazde! Atunci, de unde vine coloritul lor, de toată frumusețea?

Baloanele acestea sînt formate dintr-un strat foarte subțire de apă cu săpun, a cărui suprafață, interioară și exterioară, reflectă deopotrivă lumina. Razele de lumină reflectate se întîlnesc și se amplifică, sau se slăbesc reciproc, în funcție de culoarea lor și de grosimea balonului.

Grosimea pereților balonului de săpun se schimbă însă neîncetat. Într-un loc se neutralizează razele roșii — și acolo vom vedea o culoare verde-albăstruie — iar în alt loc vor dispărea cele galbene — și aici va apare o culoare verzuie etc.

Putem observa același fenomen în șanțurile străzilor, dacă pe apa lor plutește un strat subțire de ulei, scurs de la automobilele ce-au trecut pe acolo. Iar tabla de oțel prezintă și ea culorile spectrului, cînd este acoperită cu un strat subțire de oxizi.

Fotografierea orizontului

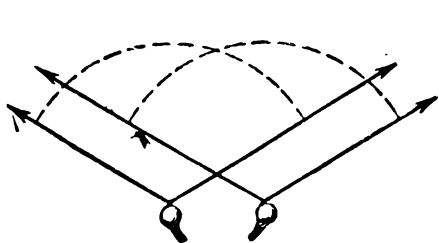
Cele mai multe animale privesc cu fiecare ochi, separat. Ele nu văd obiectele în spațiu, în schimb cîmpul lor vizual este mult mai larg decît al omului. Prima din figuri reprezintă cîmpul vizual al omului: ambii ochi văd în plan orizontal, într-un unghi de 120° și cele două cîmpuri vizuale se suprapun aproape complet, cînd ochii sînt nemișcați.

Cealaltă figură reprezintă cîmpul vizual al ochilor de iepure. Iepurele vede cu ochii — aflați la o distanță apreciabilă unul de altul — și ceea ce se află în spatele său, în schimb nu vede ce se petrece imediat înaintea nasului!

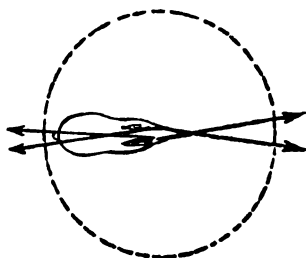
Omul are mijloace optice, cu care poate să-și întărească vederea, să-și completeze lipsurile vizuale și chiar să fixeze imaginea văzută. Dar și aceste mijloace, ca telescopul, binoclul sau aparatul fotografic, au un cîmp vizual limitat.

Astăzi putem modifica însă cîmpul vizual al acestor mijloace optice. S-a dovedit că schimbarea cîmpului vizual mo-

diffică în mod complet impresiile noastre despre lume. La Universitate, s-au pus cîtorva studenți ochelari speciali: unul dintre acești ochelari a făcut să dispară dreptele paralele, celălalt prezenta liniile curbe ca și cum ar fi



Cîmpul vizual al ochiului omenesc.



Cîmpul vizual al ochiului de iepure.

fost drepte etc. Studenții nu s-au putut orienta timp de mai multe zile, pînă s-au obișnuit cu lumea aceasta nouă! Dar cînd și-au scos ochelarii, iar nu s-au mai putut orienta!

S-au făcut și lentile cu un unghi vizual foarte mare, lentile care pot servi la fotografierea întregului orizont, dacă ele sînt ținute drept în sus. O anumită deformare nu se poate evita, bineînțeles, în acest caz, deoarece trebuie lentila să reprezinte o emisferă, într-un plan.

Dacă am ține un aparat fotografic, prevăzut cu un obiectiv, avînd un unghi vizual de 180° în poziție obișnuită, — pe fotografie ne-ar apare numai capul și picioarele! Ar fi o fotografie hazlie!

Dar asemenea obiective de mare precizie nu au fost făcute pentru scopuri hazlii!

Acest sistem de lentile are o importanță științifică foarte serioasă, deoarece cu ajutorul lui s-a putut fotografia simultan tot firmamentul.

De mare folos este, de asemenea, pentru observarea aurorei boreale.

Secretul lentilelor cu câmp vizual mare se află în distanța lor focală. O lentilă cu o distanță focală de 5 cm cuprinde un câmp vizual mai mare decît una a cărei distanță focală este de 9 sau 13 cm.

Obținem fotografii și mai interesante cu lentile sau cu un sistem de lentile, a căror distanță focală este variabilă. Un asemenea obiectiv se comportă ca și cum ar fi odată convex și altădată concav, de parcă ar fi fost confectionat din material elastic, din cauciuc, de exemplu.

Soluția cea mai simplă a unei asemenea lentile de „cauciuc“ este formația de 3 lentile, dintre care cea din mijloc poate fi deplasată între celelalte două. Prima corespunde unei lentile de telescop, care concentrează razele sosite de la un obiect îndepărtat.

Lentila din mijloc reglează mărirea cu care lentila din spate proiectează imaginea pe placa fotografică, sau pe film.

Dacă deplasăm înainte lentila din mijloc, imaginea va fi mai mare, așa încît va da impresia că ne-am apropiat cu aparatul fotografic spre obiect. Dacă dăm mai înapoi lentila din mijloc, imaginea se micșorează, ca și cum ne-am îndepărta de obiect.

Putem deci mări sau micșora, cu ajutorul lentilei din mijloc distanța focală, în așa fel încît imaginea să rămînă totdeauna clară. Cu asemenea lentile se pot realiza efecte de filmare foarte interesante, ciudate și hazlii.

Secretul licuricilor

Care dintre noi, plimbîndu-se în preajma unei păduri, prin întunericul nopților de vară, nu a admirat lumina sclipitoare, verzuie, a licuricilor? Ei clipesc șiret, în taina nopții, ca niște felinare minuscule.

Această scînteiere a preocupat, bineînțeles, și pe oamenii de știință, care au cercetat în fel și chip, să afle de unde vine lumina licuricilor? În legătură cu ea, s-au emis mai multe teorii și s-au purtat nenumărate discuții.

Astăzi problema poate fi considerată ca soluționată. Așa cum se întîmplă adesea în istoria științei, — cheia soluției a fost furnizată de o întîmplare. Doi cercetători germani au observat, în cursul unor experiențe chimice, că alambicurile și eprubetele lor — toate de sticlă — au început deodată să lucească într-o lumină misterioasă! Dar nu au putut îndepărta, în nici un fel, lumina care îi supăra.

Au început să cerceteze atunci care este cauza ciudatei lumini, și au constatat, curînd, că unele materiale emit raze luminoase, fără să dea și căldură, dacă în procesul respectiv este prezentă o cantitate de oxigen foarte proaspăt, care s-a format în clipa aceea!

În acest caz, atomii de oxigen nu se unesc imediat între ei, formînd molecule, fiindcă valența lor chimică, liberă, caută parcă să vadă cu ce element se poate uni. În timp ce materiile care luminează și dau în același timp căldură, se consumă, — oxigenul rămîne neschimbat din punct de vedere cantitativ, deși este neapărată nevoie de el pentru producerea luminii.

În procesul chimic care are loc, se formează tot atîta oxigen cît se consumă. El iese dintr-o combinație și trece în cealaltă. Același proces chimic are loc și în corpul licuricilor. Dar cine produce acolo atomii proaspeți de oxigen? Desigur, celulele vii din corpul insectei. Și de ce? Deocamdată nu se știe ce anume provoacă acest proces chimic în celulele vii.

Lumină fără căldură

În cel de al 8-lea deceniu al secolului al XIX-lea, s-a descoperit că unele surse de lumină produc această energie fără a produce în același timp și căldură, în timp ce marea majori-

tate a surselor de lumină emit și căldură odată cu razele luminoase.

Fenomenele acestea, din care face parte și cel descris anterior, au fost denumite „luminescențe“. După cum am văzut, și lumina licuricilor este de acest gen, și se datorește unui proces chimic. Un asemenea fenomen se cheamă „luminescență chimică“.

Un alt gen de luminescență cere ca sursa de lumină să fi fost luminată în prealabil. Aceasta este „fotoluminescența“. Fosforul galben, de pildă, prezintă un astfel de fenomen, luminând în întuneric cu lumină albăstruie. Spunem atunci, după numele fosforului, „fosforescență“.

Dar după ce fenomenul a fost cercetat mai de aproape, s-a dovedit că și capacitatea de luminescență a fosforului provine de la oxigen, așa încît în realitate este vorba tot de o luminescență chimică. Denumirea a fost însă păstrată. Astfel, spunem că sînt fosforescente acele materiale care luminează dacă au stat mai înainte sub influența luminii.

Alte materiale luminează imediat cînd ele înșile sînt luminate: ele sînt fluorescente. Denumirea vine de acolo că acest fenomen luminos a fost constatat pentru prima oară la materiale care conțin fluor.

Este interesant de știut încă ceva despre luminescența materiilor cu conținut de fluor: s-a dovedit ulterior că ele nici nu sînt fluorescente, ci fosforescente.

Electricitatea produce lumină împreună cu căldura, ba mai mult, cea mai mare parte a energiei folosite pentru iluminatul electric se transformă în căldură, și numai 3—4% se valorifică sub formă de lumină. Din valoarea notei noastre de plată pentru consumul energiei electrice, numai o parte foarte mică se cuvine pentru lumină.

Este deci explicabilă deosebita preocupare a inventatorilor față de problema găsirii unei surse de lumină care să dea cît mai multe raze luminoase și cît mai puțină căldură. În

multe locuri, și mai ales în birouri, se întrebuințează astăzi tuburi luminescente, care furnizează o lumină mult mai ieftină decît becurile electrice, obișnuite. Ele transformă 10% din energie în lumină.

Și acum, încă un fenomen interesant: s-a dovedit că unul din componenții singelui emite de asemenea lumină, dacă participă la un proces chimic corespunzător. În acest caz, lumina este cu atît mai puternică, cu cît pata de sînge este mai veche.

Chiar și cantități extrem de mici produc acest fenomen luminos „trădător”: 5 picături de sînge în 6 litri de apă sînt suficiente pentru a-l face perceptibil. Astfel, fizica a pus la îndemîna cercetărilor penale încă un excelent sistem, cu ajutorul căruia se poate dovedi prezența urmelor de sînge, acolo unde ochiul liber nu le poate vedea.

Ce ne spune spectrul?

Descompunerea în diferite culori a luminii albe se cunoaște de mult. Și Newton s-a ocupat cu explicarea acestui fenomen dar abia la începutul secolului al XIX-lea s-a văzut cît de multe lucruri ne spune spectrul despre lumea în care trăim.

Un tînăr optician din München, pe numele său Fraunhofer, este cel care a început să studieze împrăștierea luminii. Un accident i-a dat posibilitatea să facă acest lucru: o oglindă s-a răsturnat și s-a spart, un ciob de sticlă i-a rănit mîna. Pentru acest accident, regele Bavariei i-a dat o despăgubire, iar cu banii el și-a cumpărat cărți și a început să experimenteze.

Studia spectrul cu ajutorul unor prize și lentile pe care și le confecționa singur, și făcea experiențe cu diferite surse de lumină. Cu această ocazie, el a observat că atunci cînd introducea sare în flacăra lămpii de spirt și de ulei, apărea, pe spectru, într-un anumit loc, — și anume acolo unde de

obicei se ivea culoarea galbenă, — o fișie luminoasă strict delimitată.

Atenția i-a fost îndreptată, mai ales, asupra spectrului solar. El lăsa să cadă, printr-o crăpătură îngustă, lumina solară pe o priză, și examina, cu un telescop, spectrul astfel obținut. Așa a observat că în spectrul solar există o mulțime de linii negre, și a numărat pînă la 700! Dar de unde se nasc ele? Asemenea linii negre nu au putut fi găsite în spectrul niciuneia dintre sursele de lumină artificială!

Cercetările lui Fraunhofer au fost dezvoltate de mulți alți oameni de știință, pînă cînd analiza spectrală a devenit ceva indispensabil științei și tehnicii.

Astăzi se știe precis că lumina unui fir incandescent sau a lămpii cu arc, după ce a trecut printr-o priză, produce un spectru continuu, fără linii negre. Dar dacă lumina emană de la gaze incandescente, obținem linii luminoase, izolate, ale spectrului. De exemplu, gazele de sodiu incandescente produc două linii de un galben puternic în locul unde se situează culoarea galbenă.

Există deci spectre continui și lineare, primele fiind produse de lumina unor materiale solide, iar cele din urmă — de lumina gazelor și a vaporilor incandescenti. Dar cine produce un spectru ca cel al soarelui, care este întrerupt de multiple linii negre?

S-a constatat că, în cazul cînd lumina unor materii solide incandescente trece prin gaze sau vaporii, acestea au efectul unor filtre: ele filtrează și rețin din lumina materialului incandescent aceleași raze pe care ele înșile le emit în stare incandescentă.

Dar, dacă este așa, lumina lămpii cu arc, care trece prin vaporii incandescenti de sodiu, ar trebui să producă un spectru la care culoarea galbenă să fie mult mai intensivă decît celelalte culori, deoarece galbenul a existat și în lumina albă, inițială, la care s-a mai adăugat linia galbenă a vaporilor!

Și totuși nu s-a întâmplat așa, deoarece în locul liniilor galbene, de sodiu, ale luminii lămpii cu arc, care a trecut prin vapori de sodiu, — au apărut linii negre, la fel cu cele pe care le-a găsit Fraunhofer în spectrul solar!

Într-adevăr, vaporii de sodiu emit o culoare galbenă mult mai palidă decât culorile spectrului lămpii cu arc, și de aceea nu s-a văzut aproape nimic în locul liniilor galbene, care au fost reținute ca printr-un filtru. Astfel s-au produs liniile negre.

Liniile negre din spectrul solar ne destăinuiesc că materiile incandescente ale soarelui sînt înconjurate de vapori și de gaze. Despre fiecare dintre acestea ne vorbește cîte o mică linie neagră.

Cunoaștem astăzi în spectrul solar circa 10.000 de asemenea linii.

Cu ajutorul lor am aflat că soarele se compune din aceleași elemente pe care le-am găsit și pe pămînt. Spectrul unor pete de nebuloase au dat linii luminoase: acestea sînt așadar sfere incandescente gazoase, fără miez solid.

Cercetîndu-se în anul 1868 spectrul solar, a fost descoperită o linie neagră necunoscută. Nici unul din elementele chimice cunoscute pe pămînt nu prezenta această culoare. Se părea că în soare există totuși și alte elemente. Dar Fraunhofer și ceilalți oameni de știință au avut ferma convingere că soarele și pămîntul sînt formate din aceleași materii. Ei au dat elementului necunoscut numele de *heliu*, după numele grecesc al soarelui (Helios) și au început să caute acest element nou.

Fabricile de produse optice nu erau în stare să furnizeze atîtea aparate pentru analiza spectrală, cîte au fost comandate de cercetători pentru munca lor. În anul 1882, în sfîrșit, heliul a fost găsit de un fizician italian în lava Vezuviului, iar după alți 30 de ani elementul a putut fi produs și pe cale artificială, dintr-un minereu.

Analiza spectrală a rămas victorioasă, și de atunci ea pășește mereu înainte din succes în succes.

Marele avantaj al acestui sistem este că se poate demonstra, cu ajutorul lui, prezența unor cantități chiar extrem de reduse: spectrul indică și a $1/14\ 000\ 000$ -a parte dintr-un miligram de sodiu, sau a $1/60\ 000$ -a parte dintr-un miligram de litiu.

Ne putem imagina ce ajutor imens aduce această metodă acolo unde este important să știm care sînt componenții unui material, în produsele unei fabrici de pildă. Analiza spectrală a devenit astăzi un mijloc important al controlului de calitate în uzine.

În laboratorul de analiză spectrală al uzinelor de la Csepel se stabilește, astfel, dacă unele aliaje de alamă conțin plumb. Într-adevăr, un conținut de 1,5—2% plumb influențează în mod favorabil posibilitatea de prelucrare a alamei. Sau din contră: în unele metale, prezența impurităților influențează în rău.

Unele metale reduc considerabil conductibilitatea electrică a aluminiului, chiar dacă ele sînt prezente numai sub formă de urme. Degeaba sîrmele de aluminiu, de calitate necorespunzătoare, au fost supuse unor analize chimice îndelungate și complicate. Acestea nu au putut arăta de ce conductorii proveniți dintr-o șarjă sînt buni, iar cei dintr-o altă șarjă sînt necorespunzători! Problema a fost rezolvată prin analiza spectrală.

Inginerii au așteptat cu nerăbdare momentul în care au putut vedea care este diferența între spectrele provenind din sîrmele confecționate din cele două șarje. Pe conductorii cu o conductibilitate slabă au apărut, conform așteptărilor, liniile unor metale străine. Deoarece liniile spectrale ale tuturor elementelor existente erau stabilite cu multă precizie, s-a dovedit că în acest caz în aluminiu ajunsese un alt metal: vanadiu.

Prin analiza spectrală se poate stabili nu numai prezența unui element, ci și cantitatea sa. Chiar și primii cercetători, Bunsen și Kirchhof, au constatat că liniile spectrale sînt cu atît mai puternice, cu cît procentul materiilor ce le provoacă este mai mare, în materialul analizat. Cercetătorii trebuie să cunoască, bineînțeles, în acest scop, proprietățile liniilor spectrale. În legătură cu aceste date, s-au întocmit tabele comparative ale valorilor obținute.

Se poate constata, în modul cel mai precis, nu numai componența metalelor, ci, de pildă, și a apelor minerale, folosindu-se analiza spectrală. Ea poate fi întrebuințată foarte bine și pentru scopuri medicale, căci în organismul omenesc chiar și cantitățile cele mai mici ale unor materii pot provoca, adesea, boli grave. Spectrul singelui, de exemplu, ne arată intoxicațiile cu gaze de oxid de carbon.

În agricultură, este extrem de important să se cunoască compoziția solului, și agronomii o constată tot prin analiza spectrală.

De asemenea, pentru soluționarea unui mare număr de alte probleme științifice și ale vieții obișnuite, — analiza spectrală, invenția opticianului de la München, s-a dovedit de un neprețuit ajutor.

Biblioteca din buzunarul vestei

De cînd s-a reușit să se fabrice filme fără granule, fotografia a căpătat un rol tot mai important în domeniul bibliotecilor și arhivelor. Bibliotecile își pot procura și păstra cu destulă greutate cărțile și revistele ce apar.

De aceea, în ultimul deceniu, s-a răspîndit tot mai mult practica de a fotocopia textul cărților, fotografiindu-le cu o micșorare puternică pe „microfilme“. S-a calculat exact pînă la ce dimensiuni se poate micșora un text tipărit. Astfel, s-au eliberat spații extrem de mari.

Dar microfilmele mai prezintă și alte avantaje. Dacă cineva ar vrea să citească unele pagini ale cărții, care există numai la Leningrad, în Biblioteca Lenin, — i-ar fi foarte greu să-și procure cartea. Existînd însă microfilmul, biblioteca Lenin îi va trimite, la cerere, o copie a acestuia. Firește că asemenea microfilme nu pot fi citite cu ochiul liber, ci este nevoie de aparate de citit corespunzătoare, care proiectează filmul, cu o mărire puternică, pe un geam mat. Asemenea aparate de citit se întrebuințează acum la toate bibliotecile mari.

ACUSTICA

Mai repede ca sunetul

Eroii romanului lui Jules Verne „*O călătorie în lună*“ pornesc la drum în proiectilul unui tun uriaș. Tunul aruncă acest obuz cu o viteză extraordinară, iar tragera este însoțită de o detunătură asurzitoare, pe care însă călătorii nu o aud!

Ei se miră foarte mult de acest lucru, deși „secretul“ este ușor de înțeles: proiectilul se deplasează cu o viteză de 11 000 metri pe secundă, iar sunetul numai cu 340 metri pe secundă.

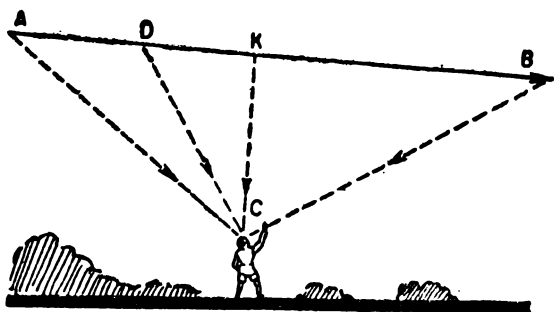
Detunătura nu poate să-i ajungă deci pe călători!

Am mai arătat în această carte că ideea lui Verne este irealizabilă, din mai multe motive. Totuși, se folosesc de multă vreme proiectile ce merg mai repede ca sunetul.

Armele moderne, cu țevi ghintuite, imprimă gloanțelor o viteză de aproape 3 ori mai mare decât viteza sunetului în aer, și anume de 900 metri pe secundă. De aici rezultă că atunci când se trag focuri de armă și auzim detunătura, sau șuieratul gloanțelor, nu mai trebuie să ne fie frică: glonțul ne-a ocolit de mult. El merge mai repede ca sunetul și nimerește victima înainte ca aceasta să fi auzit împușcătura.

A explodat meteorul?

Apariția meteorilor a fost legată de multe povești. Unii dintre „observatori” relatează că meteorul a explodat chiar deasupra capului lor, spărgîndu-se în două bucăți, care au zbu-



A explodat meteorul?

rat în direcții diferite. Să se fi întîmplat, într-adevăr, acest lucru?

Meteorii care ajung din univers în atmosfera pămîntului au o viteză uriașă. Rezistența aerului le reduce viteza, totuși ei se mișcă mult mai repede decît sunetul. Cînd meteorii taie aerul și devin incandescenti, ei provoacă de multe ori un zgomot care seamănă cu tunetul.

Să examinăm cum aude un observator acest sunet și cum vede el, în același timp, drumul parcurs de meteorul incandescent. Meteorul se deplasează pe linia A—B, iar observatorul se află în punctul C. Sunetul pe care meteorul îl provoacă în punctul A ajunge mai tîrziu la observator decît cel provenit, de pildă, de la punctul D. Meteorul zboară mult mai repede decît sunetul. Există deci deasupra capului nostru un punct K, de unde sunetul provocat de meteori ajunge, ca și primul, în punctul C. Locul punctului K poate fi determinat pe cale matematică și în baza cunoștințelor asupra vitezei sunetului. Rezultatul este că cele ce auzim nu seamănă de loc cu cele

ce vedem. Meteorul apare în fața ochilor noștri pentru prima oară în punctul A și se deplasează de aici în spre B. Pentru ureche însă, meteorul apare mai întâi în punctul K, după care îl auzim la distanță egală față de K, dar în cealaltă parte. Observatorul care stă în punctul C are impresia că aude cum se rupe meteorul deasupra capului, adică în punctul K, de unde zboară în două direcții opuse.

Deși meteorii care ajung în atmosferă se sparg câteodată într-adevăr, în mai multe bucăți, este totuși probabil că multe afirmații, ce susțin că meteorul a explodat „văzînd cu ochii“, se bazează pe asemenea impresii acustice, înșelătoare.

O convorbire plicticoasă !

Astăzi, viteza de 333 metri pe secundă, a sunetului, este o „tîrșială lamentabilă“, în comparație cu viteza telecomunicațiilor electro-acustice.

Să ne imaginăm că în locul telefonului, funcționînd pe cale electrică între Budapesta și Moscova, se instalează un simplu tub acustic. Asemenea tuburi acustice au fost folosite în trecut la marile magazine, pentru comunicări între încăperile mai depărtate, și mai ales la vapoare, unde legătura cu sala mașinilor se făcea pe această cale.

O convorbire între Budapesta și Moscova, pe o distanță de 1 500 km, cu ajutorul unor asemenea tuburi ar fi foarte ciudată. Întrebarea, strigată de la Budapesta, s-ar auzi la Moscova după 75 de minute, deoarece sunetul are neapărată nevoie de acest interval de timp, pentru a parcurge distanța de 1 500 km !

Răspunsul de la Moscova ar sosi și el, firește, după alte 75 de minute. Deci cel care a pus întrebarea la Budapesta ar trebui să aștepte răspunsul timp de 2 ore și jumătate ! De dimineața pînă seara s-ar putea schimba doar cîteva fraze. Asta ar fi, într-adevăr, o convorbire plicticoasă !

În urmă cu 100 de ani, metoda telecomunicațiilor descrisă mai sus ar fi fost încă extrem de rapidă. S-a păstrat istoria unei întâmplări care arată ce metodă s-a inventat în 1796 pentru transmiterea rapidă a unei știri.

Se spune că începerea solemnității încoronării țarului Pavel I a fost transmisă la Petersburg astfel: De-a lungul șoselei, care leagă cele două capitale, a fost postat la fiecare 200 de metri câte un soldat. Când clopotele mitropoliei de la Moscova au dat primul sunet, soldatul cel mai apropiat a tras cu pușca în aer. Auzind semnalul, vecinul său a tras și el, după aceea a tras a treia santinelă și așa mai departe pînă la Petersburg. În acest fel, semnalul începerii solemnităților a fost transmis „numai“ în 3 ore! La 3 ore de la primul dangăt al clopotelor din Moscova, au început să bubuie și tunurile fortăreței Petru și Pavel.

Dacă la Petersburg s-ar fi putut auzi direct clopotele de la Moscova, sunetul lor ar fi sosit în capitala nordică după un interval de numai o jumătate de oră, căci atîta îi trebuia pentru a parcurge drumul de 650 km, între Moscova și Petersburg. Rezultă, dar, că din cele 3 ore consumate pentru comunicarea semnalului, numai o jumătate de oră a fost afectată transmiterii sunetului. Două ore și jumătate au fost necesare ca soldații să tragă cu armele, în clipa cînd auzeau împușcătura vecinului.

La fel funcționa, în trecut, așa-numitul telegraf optic. El transmitea semnalele luminoase de la o stație la alta.

Și revoluționarii au folosit această metodă de telecomunicații pentru a apăra de poliție întrunirile secrete, nocturne. Un șir de tovarăși se răspîndeau de la locul întrunirilor pînă aproape de clădirea poliției și, cînd era necesar, transmiteau semnalul de alarmă convenit, aprinzînd, cu întrerupere, lămpile de buzunar.

Transmiterea semnalelor pe calea sunetului este și astăzi foarte răspîndită la popoarele primitive ale Africii, ale Americii Centrale și ale Polinesiei, unde triburile folosesc în acest scop tobe speciale. Cînd se aud semnalele convenite, ele sînt repetate în toate locurile unde au fost auzite, și evenimentele importante se fac astfel cunoscute, de-a lungul și de-a latul unor teritorii vaste, într-un timp foarte scurt.

În timpul primului război dintre Italia și Abisinia, negusul Menelic a fost informat despre deplasările trupelor italiene, prin intermediul telegrafului cu tobe. Ne putem imagina ușor surpriza statului major italian, care nu își putea închipui că abisinienii pot transmite știrile atît de rapid!

În timpul celui de al doilea război italo-abisinian, mobilizarea generală a fost transmisă în același fel, de la Adis-Abeba.

Ordinul a ajuns în decurs de cîteva ore în cătunele cele mai îndepărtate ale țării.

Exploratorii care au fost prin regiunile „sălbatic“ descriu cît de bine au întocmit cîteva triburi africane sistemul semnalizărilor acustice. Ei posedă un „telegraf“ mult mai perfect decît predecesorul telegrafului electric, — telegraful optic al europenilor!

Un explorator care se afla în anul 1917 în orașul Ibada, de lîngă fluviul Niger, auzea zi și noapte sunetul surd al tobelor. La întrebările sale, primi următorul răspuns: „*marele vapor al oamenilor albi s-a scufundat, mulți albi s-au înecat*“. Tobe au transmis această știre.

Savantul a fost informat, abia după 3 zile, printr-o telegramă, despre scufundarea „Luzitaniei“. Această transmitere a știrilor a fost cu atît mai surprinzătoare, cu cît între Cairo și Ibada trăiesc triburi ce vorbesc dialecte foarte diferite, triburi ce se aflau chiar pe picior de război.

Cine aude glasul liliecilor?

Țipetele liliecilor sînt de nelipsit la descrierea nopților de groază din poveștile evului mediu. Și noi ne putem întîlni cu lilieci, dacă nu în castelele părăsite ale cavalerilor medievale, atunci sigur, cu ocazia vizitării unor peșteri.

De exemplu, la peștera Seleta de lângă Lillafüred, în care s-au găsit și urmele unor oameni preistorici, liliecii stau agățați, ca niște perdele dese, de pereți și de tavan. Zgomotul vizitatorilor trezește cîțiva dintre liliecii care dorm toată ziua și aceștia zboară speriați prin peșteră. Atunci începem noi discuția: unii auzim Țipetele liliecilor, alții n-aud nimic! Cine are dreptate?

Urechile noastre nu pot percepe toate undele acustice care se produc în apropierea lor. Dacă la ureche ne ajung sunete cu mai puțin de 16 vibrații pe secundă, urechea nu le percepe. Tot așa nu auzim nici vibrațiile care depășesc numărul de 15—20 000 pe secundă. Perceperea sunetelor are o limită superioară și una inferioară, limite care diferă însă, întru cîtva, de la om la om. La oamenii bătrîni, cea superioară coboară cîteodată pînă la 6 000 de vibrații pe secundă. Așa se întîmplă că sunetele stridente, pe care unii oameni le aud foarte clar, pentru alții parcă nici nu ar exista!

Deci, și vizitatorii peșterii, care au afirmat că liliecii au Țipat, au avut dreptate, la fel cum au avut și cei care au negat acest lucru, deoarece este evident că ultimii nu au auzit glasul liliecilor, acesta avînd un număr de vibrații extrem de mare, superior puterii de percepție a urechii celor ce n-au auzit nimic.

Sunetele naturii

Multe insecte — Țîntării, sau greerii, — produc sunete cu peste 20 000 de vibrații pe secundă. Pentru unele urechi acest sunet există, pentru altele — nu. Cei insensibili la

sunete atît de înalte, au liniştea asigurată, dar ceilalţi trebuie să suporte o mulţime de sunete stridente.

Fizicianul englez Tyndall a observat odată un caz similar, pe cînd făcea o excursie în Elveţia, cu un prieten de-al său. El îşi descrie întîmplările astfel:

„De ambele părţi ale drumului, prin livadă, mişunau insecte, care umpleau aerul cu un bîzîit foarte ascuţit. Prietenul meu nu auzea însă nimic: muzica insectelor era dincolo de limita auzului său!” Acest lucru este de altfel firesc, deoarece zumzetul subţire şi pătrunzător al insectelor este cu o octavă întreagă mai înalt decît ţipetele liliecilor!

Cum funcţionează urechea?

Renumitul fizician german Helmholtz s-a ocupat, încă din secolul al XIX-lea, şi de construcţia urechei, cum şi de explicaţia auzului. Partea din afară a structurii interioare a urechii este formată dintr-un canal auditiv în formă de tub, lung de 2—3 cm şi lat de 0,5 cm.

Capătul interior al canalului este închis de timpan. Acesta transmite vibraţiile aerului spre interiorul urechii. Transmiterea sunetelor se face cu ajutorul unor oscioare, care se sprijină pe timpan. Cele 3 oscioare, — anume ciocanul, nicovala şi brăţara — transmit vibraţiile timpanului pe o altă membrană.

În spatele acesteia se află „melcul”, un tub lung de 3—4 cm în formă de spirală triplă, iar pe toată lungimea tubului trece o membrană întinsă, în care putem găsi terminaţiile nenumărate ale nervului auditiv.

Melcul este plin cu un lichid dens, care transmite vibraţiile aerului la membrană. Terminaţiile nervului preiau de aci vibraţiile. Această membrană se cheamă, din cauza rolului ei important, „membrană de bază”.

Potrivit ipotezei lui Helmholtz, în ea se întind mai multe mii de coarde alăturate. Întrucît membrana este mai îngustă

în fundul melcului, acolo lungimea coardelor este și ea mai redusă, deci această porțiune ar trebui să perceapă sunetele înalte.

În adevăr, și la pian sunetele înalte sînt redade prin coardele scurte, iar cele joase prin coardele lungi. La ureche, sunetele cele mai joase sînt percepute prin părțile lărgite ale membranei de bază, aflate în partea superioară a melcului. O serie de experiențe pe animale au dovedit trăinicia ipotezei lui Helmholtz.

Savantul rus Larionov a stabilit că leziuni mai mici ale membranei de bază sînt însoțite totdeauna de o slăbire a sensibilității urechii față de anumite înălțimi ale sunetelor.

Nu s-a reușit însă să se demonstreze existența în membrana de bază a corzilor minuscule întinse. Mai mulți cercetători, dintre care și cercetătorul maghiar Bekesy, au modificat ipoteza lui Helmholtz, în sensul că sub efectul vibrațiilor acustice se formează turbioane în lichidul dens care umple melcul.

Cu cît sunetul este mai înalt, cu atît va fi și turbionul mai aproape de începutul melcului. Astfel, turbionul exercită o anumită presiune asupra terminațiilor nervilor din membrana de bază.

Potrivit ambelor ipoteze, este de înțeles că înălțimea sunetelor care pot fi auzite au o limită inferioară și una superioară.

Lungimea coardei celei mai scurte sau turbionul cel mai apropiat de membrana de bază determină sunetele cu frecvența cea mai înaltă, care pot fi percepute.

Constituția urechii noastre este rezultatul unei prefaceri de multe milioane de ani. Ea s-a adaptat condițiilor de viață. În cursul dezvoltării oamenilor, vibrațiile cele mai lente, sau cele mai frecvente, nu aveau nici o importanță din punct de vedere al conservării vieții, și de aceea nu s-a format un organ pentru recepționarea lor.

Anumite animale percep însă și sunete cu o frecvență mai mare. De pildă, câinele aude și un sunet cu 38 000 de vibrații pe secundă!

Sunete care nu pot fi auzite

Undele sonore care se succed atât de repede încît urechea omenească nu le mai poate percepe au păstrat pentru noi surprize deosebite. Tot așa cum ochiul nu poate observa licărirea provocată de curentul alternativ la o lampă electrică incandescentă, nici urechea nu poate auzi sunetele ale căror vibrații pe secundă depășesc numărul de 20 000. Aceste sunete care nu mai pot fi auzite sînt așa-numitele „ultrasunete“.

Fizica și tehnica de astăzi sînt în măsură să producă o serie întreagă din aceste ultrasunete, ajungînd chiar pînă la un număr de 700 000 vibrații pe secundă. Un astfel de „sunet“ este cu circa 18 octave mai înalt decît cel mai înalt „do“ al pianului.

Ultrasunetele de mare intensitate sînt produse cu ajutorul unor plăci șlefuite din cristale de cuarț. De cele două laturi, aflate față în față, ale acestor plăci, se fixează alte plăci, metalice, care se leagă la cei doi poli ai unei surse de curent electric.

Cuarțul prezintă o sensibilitate deosebită față de tensiunea electrică: sub efectul curentului, cristalul de cuarț se dilată sau se contractă, în funcție de sensul curentului. Dacă îl supunem unui curent alternativ, cristalul se dilată sau se contractă, după alternanța curentului.

Cristalul începe să vibreze. Aceste vibrații pot fi atât de puternice, încît să stingă o lumînare adusă în apropierea cristalului.

Dar ele pot fi transmise cu mult mai bine, introducînd cristalul în ulei, deoarece aerul conduce relativ prost ultrasunetele, și absoarbe foarte mult din ele.

Cristalul vibrează cu o energie extrem de mare. Puterea acustică a ultrasunetului, care nu poate fi auzit, este în sens fizic, câteodată, de 10 000 de ori mai mare decât detunătura unui tun! Și într-adevăr, capacitatea acustică a unei detunături de tun este de 0,001 wați, în timp ce cu ajutorul cristalului putem produce fără nici o dificultate un ultrasunet cu o capacitate de 10 wați.

Dacă s-ar întrebuința întreaga energie produsă de un orator în cursul discursului său, în vederea încălzirii unui centimetru cub de apă, oratorul ar trebui să vorbească fără întrerupere timp de 100 de ani, pentru ca apa să se încălzească abia cu un grad! Bubuitul unui tun ar putea efectua această încălzire în decurs de o oră, în timp ce ultrasunetul cu o capacitate de 10 wați ar încălzi apa într-un sfert de secundă!

Deși nu auzim ultrasunetul, ne putem da seama de efectul lui.

Dacă introducem, de exemplu, o placă de cristal în vibrație, într-un vas umplut cu ulei, uleiul fierbe puternic, și vedem picăturile sărind pînă la 40 cm înălțime!

Dacă introducem acum în ulei capătul unui tub de sticlă de 1 metru lungime, am simți în mîna care ține celălalt capăt o arsură, a cărei cicatrice ar rămîne multă vreme vizibilă pe pielea noastră! Capătul tubului de sticlă ar putea chiar să ardă o gaură într-o bucată de lemn! Energia ultrasunetului s-a transformat în căldură.

Cum se orientează liliacul?

Limita auzului diferitelor animale nu are același număr de vibrații. Firește că animalele, sau insectele care emit ultrasunete, le și pot auzi în același timp.

Lucrurile cele mai interesante au fost constatate la liliaci. Modul lor de viață este cu totul special. Trăiesc în peșteri întunecoase și vînează noaptea, așa încît ochiul îi orientează

foarte puțin asupra lumii exterioare. În schimb, se conduc după auz.

Cum se întâmplă aceasta? Liliacul emite în timpul zborului, de 4—5 ori pe secundă, un sunet de scurtă durată. Numărul vibrațiilor acestui sunet depășește cu mult capacitatea auzului omenesc, ele sînt ultrasunete.

Asemenea vibrații rapide ale aerului nu se împrăstie ca sunetele mai joase. Chiar și o pîlnie atît de minusculă, ca gura liliacului, este suficientă pentru ca vibrațiile să fie dirijate, într-o rază îngustă, drept înainte. Dacă vibrațiile se lovesc de un perete sau de alt obstacol, ele sînt reflectate și ajung înapoi la liliac.

De pildă, dacă sunetele ajung înapoi într-o zecime de secundă de la emiterea lor, aceasta însemnează că drumul parcurs de sunet pînă la obstacolul cel mai apropiat și înapoi, a fost în total de 34 metri, adică obstacolul se găsește la o distanță de 17 metri. Liliacul poate zbura liniștit mai departe în această direcție.

Dacă ecoul revine însă după o sutime de secundă, obstacolul nu mai este decît la o depărtare de 1,7 metri. În consecință, liliacul va schimba instinctiv direcția zborului și se va orienta prin emiterea altor sunete, ca să afle în ce direcție are cale liberă pentru zbor.

Dacă ar folosi în locul ultrasunetelor sunete mai joase, liliacul nu s-ar putea orienta precis, deoarece sunetele mai joase nu se propagă în fascicule destul de înguste.

Oare liliacul se orientează într-adevăr atît de bine? Multe povestiri ne relatează că liliacul se zbate în întuneric și se agață și de părul femeilor. Aceste relatări cuprind mult adevăr.

Nu orice suprafață reflectă ultrasunetele. Părul, și mai ales părul fin al femeilor, absoarbe vibrațiile emise, așa încît liliacul nu este informat de prezența femeilor și crede că are cale liberă. În loc să le ocolească, el zboară

mai departe, și se poate întâmpla să se încurce în păr, creînd momente de panică!

Naturaliștii au descoperit secretul orientării liliacului abia acum cîțiva ani. Dar cu cîteva decenii în urmă fizicianul francez Langevin — ilustru reprezentant al științei progresiste — a descoperit aceeași metodă de orientare. În baza descoperirii sale, se măsoară adîncimea fundului mării prin reflectarea ultrasunetelor, și tot așa se descoperă icebergurile plutitoare, iar în timpul războiului, submarinele.

Sunetul care vindecă

În Evul mediu s-au făcut încercări de a vindeca anumiți bolnavi cu ajutorul sunetului. Se afirmă că s-ar fi așezat lîngă o orgă anumite cutii de rezonanță, din sticlă, și că acestea au început să vibreze puternic, sub influența sunetelor emise de orgă, scuturînd zdravăn bolnavii care ședeau pe cutiile de sticlă. Cu această orgă au fost tratați, în primul rînd, nebunii și demenții, dar nu știm dacă tratamentul a avut succes.

Cercetătorii au studiat îndeaproape efectul ultrasunetului asupra organismelor vii. Ei au observat, în cursul studierii, că atunci cînd energia este destul de mare, ultrasunetul distruge în scurt timp algele, peștișorii și broscuțele dintr-un vas plin cu apă.

Specificul biologic al ultrasunetelor cu un anumit număr de vibrații este că ele distrug celulele. Sub efectul unor asemenea unde, se distrug globulele roșii și albe, epiderma și celulele ficatului.

Și toate microorganismele pier, atît cele care provoacă bolile, cît și cele inofensive. Microscopul electric arată că undele de ultrasunet distrug celulele bacteriilor de fermentație și chiar pe cele ale tuberculozei. Ori, se știe că microbii tuberculozei sînt dintre cei mai rezistenți. În cîmpul undelor

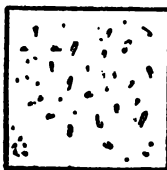
de ultrasunet, microbii tuberculozei sînt pur și simplu striviți. La fel se întîmplă cu virusurile.

„Moartea acustică” a celulelor a fost examinată și ea în-deaproape. Sub efectul ultrasunetului, celulele se umflă, se decolorează și, în sfîrșit, se descompun într-un fel de explo-zie. Cîteodată pereții celulelor crapă chiar și la vibrații mai reduse și neordonate. Alteori, pereții celulelor capătă numai deschizături în formă de pîlnie prin care conținutul celulei se răspîndește în mediul înconju-rător. Firele algelor se rup ușor sub influența ultrasune-tului, iar temperatura cobailor se urcă la 45°.

Ultrasunetul distruge între altele și bacteriile care pro-voacă acirea laptelui și de aceea el este un mijloc excelent pentru a conserva laptele timp de mai multe zile. Ultrasune-tul nu se întrebuițează încă pe scară largă pentru scopuri curative. Totuși, s-au obținut unele succese în vindecarea bolilor unor organe interne. Mai ales la tratamentul bolilor cronice ale articulațiilor, s-au obținut rezultate remarcabile, durerile scad și membrele, care s-au mișcat cu greu, devin mai mobile.



Efectul ultrasunetului asupra mi-crobilor tuberculozei.



Efectul ultrasunetului asupra vi-rusului bolii denumită „mozai-cul tutunului”

Pescuitul cu ajutorul undelor sonore

Undele de ultrasunet se întrebuițează și pentru descope-rirea migrațiilor de scrumbii.

Scrumbiile înoată în mare, într-un număr imens, în gru-puri, și este foarte important pentru vasele pescărești ca să

le descopere. Dacă un vas se întâlnește cu o asemenea migrație de pești, el își poate umple bunkerele printr-o singură scoatere a plaselor, în timp ce alte vase sînt cîteodată obligate să se întoarcă și cu o pradă foarte slabă, ca să nu li se strice și aceasta.

În trecut, descoperirea migrațiilor de scrumbii era lăsată la voia întâmplării. Degeaba se convenise ca vasele pescărești să se informeze între ele asupra direcției în care par a se deplasa scrumbiile — că ele nu erau de loc dispuse să-i anunțe pe pescari încotro au de gînd să meargă!

Se caută de multă vreme un mijloc sigur pentru stabilirea prezenței și a drumului peștilor. În Anglia, de exemplu, s-au trimis avioane speciale care informau pescarii prin radio unde au văzut „convoiul“. Sistemul acesta, însă, costă prea scump.

Problema a fost soluționată, în mod radical, cu ajutorul ultrasunetului. În fond, se aplică aceeași metodă prin care se orientează liliiecii: se emit ultrasunete în direcția fundului mării și se observă după cît timp se întorc.

Undele sînt produse de un cristal de cuarț, montat sub apă, într-o latură a vaporului. Acest cristal este făcut să vibreze printr-o instalație care seamănă cu un post de radioemisiune. Același cristal recepționează și undele reflectate, transmițîndu-le la o instalație de înregistrare, de pe care se poate citi direct adîncimea!

Pe aparatul pentru înregistrarea adîncimilor se mișcă o dîră luminoasă, în fața unui cadran gradat în metri. După natura semnalului luminos, se poate stabili și felul fundului mării, sau dacă sunetul a fost reflectat de un număr mare de pești.

Densitatea corpului peștilor diferă de densitatea apei, așa încît undele de ultrasunet sînt reflectate și de pești. Cum însă suprafața formată de ei nu este continuă, fascicula luminoasă care arată adîncimea devine ștearsă.

Căpitanul are în față harta adîncimilor mării și poate constata printr-o singură privire dacă adîncimea măsurată corespunde cu datele de pe hartă. În cazul cînd datele nu corespund, este sigur că undele au fost reflectate de peștii care înoată în adîncime.

Cu ajutorul acestei instalații se poate descoperi orice piedică aflată în calea undelor ultrasunetului. Așa s-a putut găsi, de pildă, epava transatlanticului uriaș „Luzitania“, care s-a scufundat în primul război mondial. Este însă adevărat că s-au efectuat aproape 7 000 000 de măsurători pînă ce s-a reușit să se găsească vaporul.

În Ungaria, ultrasunetul a început să fie întrebuințat la pescuitul în lacul Balaton. Bogăția nemărginită de pești a lacului Balaton nu a fost încă explorată nici pe departe. Peștii stau ascunși în diferite puncte ale lacului, în timpul cînd începe migrațiunea. Aceste locuri se descoperă cu ajutorul ultrasunetului.

Ultrasunetul în tehnică

Ultrasunetul se folosește astăzi într-o bună măsură și în tehnică, iar în viitor, după toate probabilitățile, cîmpul lui de utilizare se va lărgi foarte mult.

Unul din domeniile de întrebuințare actuală a ultrasunetului este controlul tehnic. Este foarte important pentru industria siderurgică să nu existe, în masa metalelor, incluziuni, fisuri, sau alte defecte neobservate. Pentru descoperirea lor, metalele sînt supuse unor „radioscopii“ cu ultrasunet.

Ultrasunetul pierde din intensitate acolo unde este densitatea mai mică. Părțile de componență diferită ale metalelor reflectă deci vibrațiile cu o intensitate diferită. Cu această metodă se pot „asculta“ și piese turnate avînd o grosime de un metru și jumătate, ceea ce este imposibil chiar cu razele Roentgen cele mai puternice.

Ultrasunetul încălzește corpurile prin care trece, și favorizează, deci, o coacere rapidă. El accelerează procesele chimice, fărîmă unele materiale rigide și pulverizează corpurile solide aflate în lichide, formînd emulsii foarte durabile.

În chimie, denumim emulsii acele lichide care conțin, în masa lor, anumite particule solide, extrem de mici, rămase încă nedizolvate. În acest domeniu s-au obținut succese foarte mari cu ultrasunetul.

Dacă punem, de pildă, într-o eprubetă apă și mercur, iar eprubeta o introducem în baia de ulei a cristalului de cuarț în vibrație, — mercurul, care în mod obișnuit nu se amestecă de loc, aci se amestecă într-un timp foarte scurt, dînd un lichid cenușiu. Mercurul se emulsionează în apă, sub efectul ultrasunetului, la fel ca grăsimea în lapte!

Cu ajutorul ultrasunetului, putem transforma în emulsii și alte lichide, care pînă acum nu s-au putut amesteca. Pînă și untura de pește poate fi amestecată cu apa!

Energia ultrasunetului este atît de mare, încît chiar și metalele foarte fin măcinate, ca de exemplu, praful de aur, se poate mărunți și mai mult în lichid. Aceasta permite fabricarea materialelor fotografice, cu granulație extrem de fină.

Aliajele metalelor neferoase joacă un rol foarte important în tehnica modernă. Ele au, însă, pe lîngă multe proprietăți excelente, și defectul că în cursul turnării formează în masa lichidă diferite bule de aer. Prin iradiere cu ultrasunet, putem depărta însă foarte ușor chiar și bulele cele mai mici.

Tot cu ajutorul ultrasunetului, putem amesteca perfect și uniform plumbul și aluminiul lichid, care altfel nu se dizolvă unul într-altul, — sau putem produce aliaje dintre cele mai variate și mai noi, necesare unor scopuri tehnice speciale.

Ultrasunetul mai are și alte utilizări interesante. Într-un singur minut, putem să curățim de praf, cu ajutorul lui, 200

litri de gaze sau apă. Tot cu el limpezim lichidele tulburi. Inginerii-chimiști maghiari au constatat că rachiul de fructe capătă o aromă deosebită dacă este tratat cu ultrasunet! Și durata de maturizare a vinului o putem reduce la o treime, dacă folosim un tratament cu ultrasunet!

Trucuri în sonorizarea cinematografică

Întîlnim foarte des, în filmele cu desene animate, uriași și pitici. Piticii vorbesc pițigăiat, în timp ce uriașii vorbesc cu voce groasă. Să nu credeți că vocea piticilor se poate înlocui totdeauna prin voci de copii. Se întîmplă adesea ca și rolurile piticilor să fie interpretate de oameni mari.

Isusința tehnicianului de sunet transformă vocea acestora, făcînd-o să semene cu a unui copil. Nu e prea greu. Se înregistrează vocea artiștilor care interpretează rolul piticilor pe o bandă care se învîrtește mai încet, iar vocea uriașilor pe o bandă care se învîrtește mai repede.

Imaginea este proiectată pe ecran cu viteza obișnuită. Rezultatul este că spectatorii aud vocea piticilor cu un număr de vibrații mai mare decît cel normal, adică mai pițigăiat. Tot astfel și vocea uriașilor are un număr mai redus de vibrații, deci pare mai groasă.

Observăm același fenomen dacă schimbăm viteza patefonului. Cînd placa se învîrtește mai rapid, vocea devine mai înaltă, mai ascuțită, iar cînd încetinim rotația, vocea coboară dintr-odată, îngroșîndu-se.

Fluieratul locomotivei

Dintr-un port, pleacă în fiecare zi, la ora 12 fix, cîte un vapor, spre alt port, și drumul durează exact 7 zile. Din celălalt port, pornește tot zilnic, exact la ora prînzului, cîte un vapor, spre primul port, și drumul acestor vapoare durează

tot cîte 7 zile. Cu cîte vapoare ne vom întîlni în drum călătorind de la primul port la al doilea?

Răspunsul cel mai obișnuit la această întrebare este că ne vom întîlni cu 7 vapoare, deoarece în fiecare zi vine cîte unul din direcția opusă. Dar nu astfel stau lucrurile. Nu ne întîlnim numai cu vapoarele care au pornit în același timp cu noi, sau după noi, ci și cu acelea care au pornit cu o zi, două, trei ș.a.m.d., timp de 7 zile înainte de plecarea noastră din portul celălalt. În consecință, ne întîlnim pe drum, în total, cu 14 vapoare.

Oricine a constatat, probabil, — dacă a stat să asculte atent, lîngă linia de cale ferată, fluieratul locomotivei ce i-a trecut prin față în viteză mare — că acest sunet prelung are înălțimi diferite. Cîtă vreme trenul se apropie, auzim un sunet oarecare, de o înălțime constantă. Dar odată ce locomotiva ne-a trecut prin față și a început să se depărteze, fluieratul ei capătă un timbru mai adînc. Dacă trenul merge destul de repede, diferența între înălțimea celor două feluri de fluierături este aproape exact intervalul dintre două tonuri. Ce provoacă acest fenomen?

Să nu uităm că înălțimea unui sunet depinde totdeauna de numărul lui de vibrații. Ventilul fluierului locomotivei emite tot timpul un sunet cu același număr de vibrații, dar urechea noastră aude diferite înălțimi de sunet, după cum sursa vibrațiilor se apropie, stă pe loc, sau se îndepărtează.

Să revenim acum la ghicitoarea de adineaori. Dacă am observa, stînd în primul port, vapoarele care sosesc din portul al doilea, în timp de 7 zile, am număra numai 7 vapoare. Dar cînd și noi ne apropiem spre al doilea port, ne vom întîlni cu mult mai multe vapoare — cu de două ori pe atîtea!

Tot așa se întîmplă și cu undele sonore. Cînd locomotiva vine spre noi, în urechea noastră ajung mai multe vibrații decît atunci cînd sunetul vine dintr-o sursă care nu se mișcă.

Auzim, deci, numărul mai mare de vibrații, sub forma unui sunet mai înalt. Când locomotiva se îndepărtează, ajung la urechea noastră mai puține vibrații, și deci auzim un sunet mai jos.

Descoperirea lui Doppler

Fenomenul descris mai sus a fost descoperit în 1842 de fizicianul Doppler, din Praga. El a fost observat nu numai la sunete, ci și la lumină, căci și aceasta se propagă prin unde. Variația frecvenței undelor luminoase apare ochiului nostru sub forma schimbării de culoare.

Efectul Doppler — cum a fost denumit fenomenul — a dat astronomilor posibilitatea uimitoare de a determina dacă un astru se apropie sau se îndepărtează de pământ, ba mai mult, el permite și măsurarea vitezei deplasării acestuia.

După cum știm, există în spectrele corpurilor cerești linii negre, — așa-numitele linii ale lui Fraunhofer. Când corpul ceresc se îndepărtează, lumina sa ajunge la noi cu un număr mai redus de vibrații, la fel ca fluierătura locomotivei ce se depărta.

Percepem reducerea numărului de vibrații prin faptul că liniile lui Fraunhofer se deplasează în spectrul corpului ceresc în spre culoarea roșie, care are un număr mai redus de vibrații. Dacă, dimpotrivă, astrul se apropie, atunci liniile spectrale se deplasează în spre violet, care are vibrații mai multe.

Acest exemplu demonstrează în mod plastic posibilitățile nelimitate ale descoperirilor științifice. Efectul Doppler a fost constatat pentru prima oară la unde sonore cu o lungime de mai mulți metri, și mai târziu s-a dovedit că el poate fi utilizat și la raze luminoase cu lungimi de mîime de milimetru. În sfîrșit, efectul a fost folosit pentru descrierea mișcării astrelor, care zboară în univers la depărtări de necrezut.

Se spune că un fizician american a vrut să scape de o amendă de circulație, invocînd efectul Doppler. Într-adevăr, un agent a vrut să-l amendeze odată pentru că nu s-a oprit la o intersecție, deși stopul arăta roșu. El a început să demonstreze agentului de circulație că atunci cînd ne apropiem repede spre un semnal de culoare roșie, aceasta ne apare verde.

Dacă și agentul ar fi avut cunoștințele de fizică ale contravenientului, el ar fi putut calcula că această modificare a culorilor se putea, în adevăr, produce — însă numai dacă mașina ar fi gonit cu o viteză extraordinară. Calculele lui ar fi dus la rezultatul că, pentru schimbarea aparentă de culoare, trebuie neapărat o viteză de 135 milioane de km pe oră!

Cu această viteză, fizicianul ar fi putut ajunge, într-o oră, aproape pînă la soare! Dacă l-ar fi iertat, deci, de amendă pentru încălcarea semnalului de oprire, ar fi trebuit să-l amendeze pentru depășirea vitezei de circulație! Oricum am judeca-o, amenda a fost dreaptă!

La întrecere cu sunetul

Oare ce-am auzi dacă ne-am îndepărta de orchestră, cu viteza sunetului, în timp ce ea cîntă? Pentru a ști ce să răspundem, să examinăm un caz, care, deși în aparență nu are nimic de-a face cu problema noastră, în fond îi seamănă foarte mult!

Ziarele de la Leningrad sînt transportate zilnic cu un tren de mesagerie, în părțile cele mai îndepărtate ale Uniunii Sovietice. Călătorind cu acest tren, am vedea la chioșcurile de difuzare a presei, din fiecare stație, totdeauna același număr de ziare, și anume cele care au apărut în ziua plecării noastre. Acest lucru este firesc, deoarece numărul de ziare

a mers în același tren cu noi, iar cele mai recente vor fi aduse cu trenul din ziua următoare.

Pe această bază, putem trage concluzia că atunci când ne-am îndepărta de orchestră cu viteza sunetului, am auzi un singur sunet, cel care a fost cântat în momentul plecării noastre.

Numai că această concluzie nu este justă. Când ne îndepărtăm cu viteza sunetului, distanța între undele sonore și noi va rămâne constantă. Undele sonore nu ne pot prinde din urmă! Așadar nu auzim nici un fel de sunete, ca și cum orchestra ar fi încetat brusc să cînte.

Dar pentru care motiv, comparația cu ziarele duce la un alt răspuns? Pentru că am aplicat comparația în mod greșit. Călătorul care întâlnește la fiecare stație același număr al ziarelor, și-ar putea închipui că din ziua plecării sale editarea numerelor noi ale ziarelor de la Leningrad a încetat. Pentru el, editarea ziarelor ar fi încetat, așa cum ar fi dispărut și ultima notă a orchestrei pentru ascultătorul care merge cu viteza sunetului.

O vibrație a sunetului mai ajunge, de fapt, în urechea noastră, în momentul pornirii, și ea corespunde ziarului care călătorește în același tren cu noi. Dar la fel cum un singur ziar nu este o ediție, nici o singură vibrație acustică nu este încă un sunet! Numai vibrațiile aerului care ajung în urechea noastră, la intervale regulate, ne dau impresia unui sunet.

Fonul, unitatea de măsură a intensității sunetului

Înainte de proiectarea filmelor la cinematografe, inscripțiile ne vestesc numele scriitorului, al regisorului, al actorilor și încă al unui mare număr de colaboratori, care au contribuit la realizarea filmului. Printre aceștia, vedem că există și un inginer de sunet. El conduce munca de sonorizare.

În primul moment, ne va surprinde combinația celor două cuvinte: inginer și sunet. Oare sunetul este ceva ce se măsoară prin mijloace ingineresti? Firește că da, ba mai mult, unele proprietăți ale sunetului pot fi măsurate separat.

Cel mai de mult se cunoaște măsurarea *înălțimii sunetelor*. Înălțimea depinde de numărul de vibrații, care pot fi măsurate cu ajutorul unei sirene. După o asemenea determinare, putem spune chiar de câte ori un sunet este mai înalt decât altul. Înălțimea unei octave, de exemplu, este exact de două ori cât înălțimea sunetului de bază.

Nu este atât de simplă determinarea *intensității* sunetului. În primul rând, trebuie să definim ce înțelegem sub numele de „intensitate” și de care particularitate fizică a vibrațiilor sonore este legată această însușire. Este vorba de puterea cu care percepem sunetul. Am putea crede că auzim un sunet cu atât mai puternic, cu cât vibrațiile sonore sînt mai puternice. Aproape așa este. Numai că intensitatea sunetului depinde și de numărul de vibrații, adică de înălțimea lui. Auzim, de exemplu, mai bine un sunet înalt, decât un sunet jos de aceeași intensitate. Așadar, intensitatea este puterea sunetului care se formează în ureche. Pentru a o putea măsura, trebuie să alegem o unitate de măsură:

În mod arbitrar, s-a ales drept unitate o anumită impresie de intensitate, căreia i s-a dat numele de „fon”. Fon înseamnă pe grecește „sunet”.

Exprimînd intensitatea sunetelor pe care le întîlnim în practică, obținem următoarele date:

Foșnetul frunzelor.....	20 foni
O convorbire liniștită.....	40 „
O cuvîntare obișnuită.....	60 „
Zgomotul făcut de tramvaie.....	70 „
Un radio lăsat să cînte puternic într-o încăpere închisă....	80 „
Un claxon puternic de automobil de la 7 metri distanță	90 „
Zgomotul unei motociclete.....	100 „
Zgomotul făcut de nituitori.....	110 „

Urechea noastră poate stabili, cu o remarcabilă sensibilitate, dacă două intensități de sunet sînt egale. Pe această însușire a urechii noastre se bazează și aparatul care măsoară intensitatea sunetului, „fonometrul“. În fonometrul cel mai simplu găsim un buzzer, ca acelea folosite în loc de sonerie electrică.

Buzzerul fonometrului închide și deschide un circuit electric, în ritmul vibrațiilor sonore. Curentul electric este condus la un receptor de telefon, care-l transformă în sunet. Intensitatea sunetului ce se formează în receptor depinde de intensitatea curentului, care poate fi modificată, printr-o rezistență reglabilă, pînă cînd auzim sunetul din receptor cu aceeași intensitate ca sunetul ce urmează să fie măsurat.

Gradația fonometrului este legată de rezistența reglabilă așa încît putem citi de-a dreptul valoarea în foni, și nu valoarea rezistenței.

Unde latră cîinele?

Observațiile arată că omul poate stabili exclusiv prin auzul său din ce direcție vin undele sonore. Nici nu am ieșit bine pe poartă și știm imediat dacă un cîine care latră se găsește la dreapta sau la stînga noastră. Această capacitate a auzului seamănă întrucîtva cu vederea spațială și este un rezultat al faptului că avem un organ dublu pentru simțul auditiv: cele două urechi.

Dar numai vibrațiile sonore care vin dintr-o sursă aflată exact în fața noastră ajung simultan în ambele urechi. Dacă se află mai în stînga, ele ajung mai repede la urechea stîngă, și mai tîrziu la cea dreaptă.

Din această diferență de timp, ne dăm seama în ce direcție se află sursa sunetului, adică unde latră cîinele! Dacă sunetul ajunge în urechea noastră stîngă cu 3 suta-miimi de secundă mai repede decît în urechea dreaptă, ne dăm seama că sursa sonoră se află la un unghi de 3—4 grade spre

stînga, față de planul care ar trece prin mijlocul capului nostru. Această însușire a auzului este demonstrată și prin faptul că un om surd de o ureche nu-și dă seama de unde vine sunetul. Dar există un alt fenomen care îi vine în ajutor, în vederea determinării direcției sursei sonore. Și anume, urechea dreaptă aude sunetul care vine din dreapta mai repede și mai puternic decît urechea stîngă.

Cauza este că între undele sonore care vin din dreapta și urechea stîngă se află capul, în timp ce drumul spre urechea dreaptă este liber. Capul formează o „umbră sonoră“.

În consecință, și surdul de o ureche poate determina direcția sunetului întorcînd capul, cu urechea sănătoasă spre stînga ori spre dreapta.

Aceeași problemă se pune și la filmele sonore, la care regisorii caută să redea cît mai bine iluzia realității.

Sunetul se înregistrează prin două microfoane, se amplifică prin două amplificatoare și se fotografiază pe peliculă în două benzi separate. Dacă și la cinematograf se instalează două difuzoare, cele două înregistrări sonore vor da impresia unui sunet în spațiu.

La asemenea filme, denumite filme stereofonice, putem auzi cu ochii închiși dacă lătratul cîinelui vine din dreapta sau din stînga, mai de aproape sau mai de departe. Efectul este atît de surprinzător, încît zgomotul unui avion care zboară pe ecran, înspre noi, îl auzim ca și cum avionul ar zbura deasupra noastră, în sală.

„Este vocea dumneavoastră, o puteți duce acasă“!

Cu 15—20 de ani în urmă, o întreprindere cu mult spirit comercial a făcut o asemenea reclamă realizării sale, conștînd din înregistrarea pe plăci de patefon a vocii oricui, — plăci care se vindeau apoi cui dorea să le aibă. Cumpărătorul își putea trimite atunci „graiul“ unor rude îndepărtate, și

ne putem închipui bucuria bunicului care a putut asculta la patefon, de ziua sa, felicitarea nepotelului iubit!

• Bineînțeles că nu era un cadou ieftin, deoarece placa de patefon nu se mai putea întrebuința pentru altceva, cînd textul înregistrat își pierduse actualitatea. Deaceia, procedeul era folosit numai pentru imprimarea unor scurte felicitări.

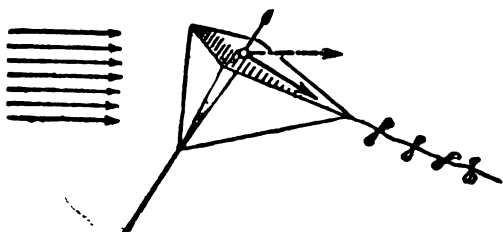
Și cu toate acestea, cît de important ar fi fost, atunci chiar, să se poată înregistra și păstra cuvîntări mai lungi, conferințe științifice, sau discursuri politice, reproducîndu-le oricînd, în cursul deceniilor viitoare.

Tehnica a realizat de curînd și această invenție, al cărei nume este *magnetofonul*, — adică înregistrarea sunetului pe cale magnetică. Vorbitorul sau cîntărețul transmit sunetele unui microfon, care transformă undele sonore în vibrații electrice. Acest curent electric alternativ, de mare frecvență, trece printr-un electromagnet, care se magnetizează astfel, mai puternic sau mai slab. Prin cîmpul magnetic al electromagnetului, care are putere variabilă, trece, cu mișcare uniformă, o bandă de oțel, care se magnetizează și ea, în raport direct cu intensitatea cîmpului.

Magnetizîndu-se mai puternic sau mai slab, pe bandă se formează dealuri și văi magnetice invizibile, potrivit vibrațiilor schimbătoare ale vocii, și astfel se face înregistrarea sunetului. Odată ce a fost imprimată, vocea poate fi auzită din nou, de cîte ori vrem, dacă repetăm întreg procedeul în sens invers.

Noul sistem de înregistrare prezintă mari avantaje. În primul rînd, putem desființa de pe banda de oțel orice înregistrare sonoră veche, ștergînd-o cu ajutorul unui alt magnet, alimentat de curent alternativ, — și făcînd-o din nou bună pentru alte înregistrări. Aceasta aduce o economie uriașă de muncă și de materiale. Pe de altă parte, putem face cu magnetofonul înregistrări sonore de ore întregi, fără întrerupere.

1. Călătorul priceput știa că lungimea unei bucăți de șină este de 12 metri. Numărul zdruncinăturilor trebuie deci înmulțit cu 12 și apoi cu 60, iar rezultatul se împarte la 1 000. Aceasta însemnează că înmulțim cu 0,72, adică aproximativ cu 0,75 — ceea ce este egal cu $\frac{3}{4}$.
2. Putem examina mișcarea unui zmeu care se deplasează în aerul nemișcat, ca și cum ar fi vorba de un zmeu nemișcat în aerul ce se



Cu toată presiunea aerului, zmeul se înalță.

mișcă. Figura ne arată forța cu care aerul apasă asupra zmeului. Această forță poate fi înlocuită prin altele două: una paralelă cu planul zmeului și alta perpendiculară la ea. Ultima este cea care ridică zmeul.

3. Să calculăm cu ce viteză se învîrtește un punct oarecare de pe ecuator. El parcurge într-o zi, adică în 86 400 de secunde, un drum egal cu lungimea ecuatorului, adică de 40 000 km, deci 464 metri pe secundă. O asemenea viteză încă nu s-a putut realiza. Firește că punctele de pe glob care nu se află pe ecuator se deplasează cu o viteză mai mică.

La latitudinea geografică 83, și mai sus, se pot realiza viteze mai mari decât viteza pământului. Aici, conducătorul unui automobil care se deplasează cu o asemenea viteză de la est spre vest, poate vedea că soarele rămâne nemișcat pe cer și nu apune niciodată. Dacă mașina sa merge cu o viteză și mai mare, poate chiar să o ia înaintea pământului și atunci conducătorului i se pare că soarele nu mai răsare la răsărit, ci la apus.

4. Puterea de atracție a pământului asupra corpurilor, adică greutatea corpurilor — vorbind în mod teoretic — nu dispăre nicăieri: ea devine cu atât mai mică, cu cât ne îndepărtăm mai mult de globul pământesc, dar nu va fi niciodată redusă la zero.

Ne putem închipui că un corp oarecare primește o viteză inițială atât de mare, încât poate ieși din raza în care puterea de atracție l-ar putea readuce pe pământ. Calculele arată că această viteză este de 11,19 km/secundă, dar care pînă acum nu a putut fi atinsă. Viteza cea mai mare realizată este de 1,5 km/secundă.

5. Frecarea nu depinde de mărimea suprafeței de alunecare, deci frecarea va fi aceeași, oricare va fi latura pe care alunecă o cutie de chibrituri.
6. Bucata de piatră aflată în vârful bolții, deasupra ferestrei, are forma unei pene. Pe ea apasă zidul aflat deasupra. Piatra nu se poate deplasa însă, — tocmai din cauza formei sale de pană, — și apasă doar asupra blocurilor de piatră învecinate. Forța de compresiune poate fi înlocuită prin alte două forțe, care sînt ținute în echilibru de rezistența pietrelor învecinate. De aceea, arcul nu poate fi sfărîmat de presiunea venită din exterior.
7. Greutatea de pe cîntarul de piață poate aluneca pe bara acestuia. Ea ține în echilibru o greutate cu atât mai mare, cu cât este mai îndepărtată de axa de balansare a barei cîntarului.
8. Piatra va fi aruncată mai departe de băiatul care o leagă de o sfoară, o învîrtește și apoi îi dă drumul, — deoarece el poate imprima pietrei o viteză periferică mare. În acest caz, inerția corpului se manifestă ca forță centrifugală. Această forță centrifugală va fi cu atât mai mare, cu cât viteza periferică este mai mare și sfoara este mai lungă.
9. Trebuie învîrtit.
10. Între particulele picăturii de mercur acționează forța de coeziune internă, care este egală în toate direcțiile, și de aceea picătura are o formă sferică. Greutatea picăturii este îndreptată într-o

direcție determinată și anume spre centrul pământului. Dacă sfera picăturii este destul de mare, ea se turtește.

11. Cel care a ajuns la unul din poli pământului. Intr-adevăr, turtirea globului la poli este mult mai mare decât adâncimea la care s-a putut forța până acum în adâncurile pământului.
12. Greutatea specifică a corpului omenesc este numai cu puțin mai mare decât a apei. Această mică diferență a greutatei specifice o compensăm atunci când înotăm. La înot, împingem apa prin mișcările brațelor și picioarelor, în direcție oblică. Forța cu care apăsăm are și o componentă, îndreptată vertical în sus, care învinge diferența mică a greutatei specifice.
13. Nimic, deoarece ghiața se contractă la topire în aceeași măsură cu care greutatea ei specifică este mai mică decât a apei.
14. Dacă scufundăm sticla, bine astupată cu un dop, la o mare adâncime în mare și apoi o scoatem, vedem că dopul a fost presat în interiorul sticlei, de presiunea apei, și sticla s-a umplut cu apă.
15. Dacă butoiul este complet închis și este plin, presiunea aerului exterior împiedică scurgerea vinului la deschiderea canalei. Dacă scoatem însă dopul din gaura aflată în vârful butoiului, presiunea aerului exterior va acționa și acolo, și va contrabalansa presiunea așa încît vinul se va scurge prin cana.
16. Pieptul nostru se dilată când bem, și presiunea aerului din cavitatea toracică scade. Și în cavitatea gurii noastre se rarefiază aerul. Presiunea aerului exterior fiind mai mare, lichidul este împins în spațiul cu aer rarefiat.
17. Presiunea aerului, deasupra cernelii din rezervorul tocului, este la fel cu cea de pe sol. Când avionul se ridică, presiunea aerului din exterior scade, și presiunea mai mare din interiorul tocului face ca cerneala să iasă din el.
18. Pentru că stratul de aer închis între corp și pantof este rău conducător de căldură și astfel evacuarea căldurii naturale a corpului este împiedicată.
19. Dacă suflăm pe mînă, cu buzele țuguiate, simțim o răceală, deoarece aerul suflat cu mare viteză are același efect ca vîntul. Afară de aceasta, aerul care în gură este sub presiune, ajunge la o presiune mai mică dacă îl suflăm și astfel el se răcește. Dacă suflăm însă pe mînă cu gura larg deschisă, simțim cald. În acest caz, din gura noastră iese aer încălzit la temperatura corpului.
20. Efectul combinat a două însușiri ale apei stinge focul: ea răcește materialul care arde sub temperatura de aprindere, și separă oxigenul din aer de materialul care arde.

21. La Polul Sud.
22. Puneți una dintre bare pe masă și trageți peste ea capătul celeilalte bare. Dacă atracția pe toată lungimea ei rămîne uniformă, atunci bara din mîna noastră este magnetul. Dacă atracția este mai puternică la capete decît în mijlocul barei, atunci bara așezată pe masă este magnetul.
23. Firele metalice aruncate din avioane erau formate din fișii înguste de staniol sau aluminiu. Aceste fișii se împrăștiu în aer, pe o suprafață foarte mare, formînd un adevărat nor metalic. Undele emise de radar erau reflectate de acest nor, în timp ce avioanele mult mai mici își îndeplineau misiunile lor de luptă, nestin-gherite, la „umbra” norului metalic.
24. Sclipirile sînt provocate de radiațiile thoriului radioactiv și a produselor sale de dezagregare. Sclipirile dovedesc că din thoriu zboară unele particule, care se ciocnesc de cristalele colorantului luminescent. Cu ocazia acestor ciocniri se produce lumina.
25. Putem calcula traiectoria glonțului de armă A—C, pe baza triunghiului A B C, folosind teorema lui Pytagora. Pentru a parcurge acest drum, este nevoie de tot atîta timp ca pentru deplasarea discului de la B la C. Acest interval se determină cu ajutorul turației: $t = BC : n d \pi$. Raportul între drum și timp ne dă viteza.

- P e r e l m a n n : Fizica distractivă, vol. I și II**
Ö v e g e s : Fizica epocii celei mai moderne
Ö v e g e s : Fizica vie
Ö v e g e s : Electricitatea și viața
K u d r i a v c e v : Istoricul fizicii
E l e t é s T u d o m á n y (Viața și știința)
D o c t o r O t t o U l a : „De ce” și „pentru că ” (1871)
K l u t h : Minunile progresului
„S t e a g u l N o s t r u “.

	<u>Pag.</u>
<i>Cuvînt înainte</i>	5
 C a p i t o l u l I 	
Curiosități și învățăminte din mecanică	7
O călătorie ciudată.....	7
1. O mică „ghicitoare“	9
Unde cade o piatră aruncată din avion.....	10
Părăsim globul pămîntesc.....	12
Cum putem folosi mișcarea relativă.....	16
Strada care merge.....	18
2. O altă întrebare cu tîlc.....	18
3. Ultima întrebare cu tîlc din acest capitol.....	19
 C a p i t o l u l II 	
Forța, lucrul mecanic, frecarea	20
Unirea face puterea.....	20
Deplasarea globului pămîntesc.....	22
Putea Arhimede să urnească pămîntul din loc?	24
4. Răspundeți acum la întrebarea următoare	26
Cîteva cuvinte, în plus, despre frecare.....	26
Ce este mai alunecos: gheața sau apa?	27
Este frecarea întotdeauna folositoare?.....	28
5. O întrebare cu tîlc și despre frecare	29
Coaja oului este în adevăr fragilă?.....	29
Scamatorii cu ouă.....	29
Și o scamatorie nereușită!.....	30
6. Vîrfuri și arce în arhitectură.....	31
Bărci cu pînze, înainte!.....	32
Bumerang	34
Cumpănirea barelor.....	37
7. O întrebare pentru cei ce cunosc cîntarul rapid de piață..	39
„Perpetuum mobile“.....	39

	<u>Pag.</u>
De jur-imprejur	48
Găleata care nu se varsă!	48
Bucla diavolului	51
Nu ne putem încrede totdeauna în simțurile noastre!	52
„Lipsă“ la cîntar	55
8. Cine aruncă mai departe?	56
Jocul cu sffrleaza	57
Cum lucrează jonglerii	58
9. Oul lui Columb	60

C a p i t o l u l I V

Atracția maselor	61
Cît de mare este forța de atracție a maselor?	61
De ce depinde forța de atracție a maselor?	63
10. O altă întrebare cu tîlc	63
Ce leagă pămîntul de soare?	63
O călătorie în microplaneta Hermes	65
Spre fundul pămîntului	68
11. Cine s-a apropiat pînă acum cel mai mult de centrul pămîntului?	70
Drumul cel mai scurt	70
Muntele lui Newton	73
Putem zbura în Lună?	74

C a p i t o l u l V

Atracția moleculelor	77
O casă pe care poți s-o dărîmi cu piciorul	77
Cum tăiem mai bine lemnele?	78
Perlele din stielă de Bologna	79
De ce se lipesc de noi hainele ude?	80
De ce au cîmile „cioc“?	81
Liniile „invizibile“	82
Suprafața apei e orizontală?	82
De ce ștergem mai greu cerneala decît creionul?	84

C a p i t o l u l V I

Proprietățile lichidelor	85
Marea în care poate înota oricine	85
12. O întrebare și despre înot	86

	<u>Pag.</u>
Spărgătoarele de gheață, în acțiune!.....	86
Vapoare scufundate.....	87
13. Un pahar de apă cu gheață.....	89
Submarine	89
Scoaterea la suprafață a vasului Sadko.....	92
14. Căutați dopul!.....	93
Cu ce viteză se scurge lichidul printr-o țevă?.....	93
Calculule exacte și totuși greșite!.....	94
Vasul miraculos.....	95

C a p i t o l u l VII

Emisferele de Magdeburg	98
Renumita experiență a primarului din Magdeburg	98
Cum funcționează un joc de apă?.....	100
15. Un butoiș de vin „ambitios“.....	103
Cana mincinoasă.....	103
16. Încă o întrebare „setoasă“	104
O călătorie spre centrul pământului.....	104
Și acum să călătorim prin aer!.....	106
17. Stiloul nu suportă înălțimile.....	108
O ciocnire groaznică între vapoare.....	108
Cîteva cuvinte despre virtuți.....	111
Răspuns la întrebările anterioare.....	112

C a p i t o l u l VIII

Căldura	114
De ce răcorește ventilatorul?.....	114
18. Cum să ne îmbrăcăm iarna?.....	115
De ce este timpul mai „răcoros“ cînd suflă vîntul?	115
Suflul dogoritor al deșertului	117
19. Răspundeți cum trebuie la întrebarea basmului popular	118
Urciorul - răcitor!	118
Un răcitor fără gheață!.....	119
Oameni închiși în cuptoare.....	120
De ce e coșul fabricii așa înalt?.....	122
20. Puteți explica?.....	124
Focul care stinge un incendiu!.....	124
Cînd fierbe și cînd nu fierbe apa?.....	130

	<u>Pag.</u>
Gheață fierbinte!.....	131
Putem strînge, vara, căldura soarelui?.....	133
Un prînz pregătit... la căldura soarelui.....	135
Cald și rece cu ajutorul soarelui.....	136

C a p i t o l u l IX

Despre magnetism	137
21. O problemă cu privire la busolă.....	138
Hercule și lada „fermecată“!.....	138
In întrecere sportivă cu... electromagnetul!.....	139
Semințe alese... cu magnetul.....	140
Căruciorul-„avion“!	141
Sicriul lui Mahomed.....	143
22. Cum recunoaștem magnetul?.....	144
Poșta tubulară.....	144
Un „perpetuum-mobile“ magnetic	145
Păziți-vă ceasul!.....	147
„Doctrul“ electromagnet	148
Abaterile magnetice de la Kursk.....	149

C a p i t o l u l X

Electricitatea	151
Cu o sută de ani în urmă.....	151
Restaurarea documentelor vechi.....	153
O demonstrație „furtunoasă“.....	153
Evitarea unui accident de muncă.....	155
Măsuri împotriva trăsnetului.....	156
De ce merge fulgerul în „zig-zag“ prin aer?.....	158
Cît costă un fulger?.....	158
„Focul sfîntului Elmo“.....	160
Și un „perpetuum-mobile“ electric.....	162
De ce nu rugineste tabla zincată?.....	164
Acul de cusut mofturos.....	165
Cine dă „ora exactă“?.....	168
De ce s-a oprit aparatul de radio?.....	170
Chestie ... de viteză!.....	171
Radarul, o „minune“ reală!.....	172
Undele radiofonice studiază atmosfera.....	175

	Pagz
23. O întrebare... la subiect:.....	176
Un nou instrument muzical... electric: EMIRITONUL	176
Radiațiile radioactive.....	177
24. Un joc de artificii.....	180
Ceasornicul de uraniu.....	180

C a p i t o l u l X I

Optica	183
Ce vedem seara în geam?.....	183
Caleidoscopul	184
De ce e zăpada albă?.....	186
Atenție, schiori.....	186
Aparența... înșală!.....	187
Stereoscopul și vederea în spațiu.....	189
Cum vedem sub apă?	191
O plimbare pe fundul mării.....	193
Cînd micșorează lupa.....	196
Atenție, înotători!.....	197
Mantaua fermecată.....	199
Omul invizibil.....	200
Preparate transparente.....	202
Omul invizibil vede?	204
Unde a „dispărut“ bagheta?.....	205
Disparația acului cu gămălie.....	206
„Punctul orb“.....	208
Telescopul și microscopul.....	210
Capacitatea noastră de judecată ne părăsește.....	212
Care este mai mare?	214
Scară sau armonică?	215
Cîteva exemple în plus	216
Încotro merge roata?	218
Microscopul de timp	221
25. Care este viteza glonțului?.....	222
Discul lui Nipkov	223
Televiziunea	224
Patru miliarde de granule = un portret!.....	230
Noaptea, toate vacile sînt negre!.....	231
Curcubeul	232

	<u>Pag.</u>
Forma curcubeului	235
Cerul este albastru?.....	237
De ce răsăritul și apusul soarelui sînt purpurii?.....	238
Fiți atenți cînd cumpărați o haină albastră!.....	239
Culorile sidefului.....	240
Baloane de săpun	241
Fotografierea orizontului	242
Lentila de „cauciuc“.....	244
Secretul licuricilor	244
Lumină fără căldură.....	245
Ce ne spune spectrul?.....	247
Biblioteca din buzunarul vestei.....	251

C a p i t o l u l X I I

Acustica	253
Mai repede ca sunetul	253
A explodat meteorul?	254
O convorbire plicticoasă!.....	255
Ștafete acustice, acum 160 de ani.....	256
Telegraf prin „tam-tam“-uri de tobă.....	257
Cine aude glasul liliecilor?.....	258
Sunetele naturii	258
Cum funcționează urechea?.....	259
Sunete care nu pot fi auzite.....	261
Cum se orientează liliacul?.....	262
Sunetul care vindecă.....	264
Pescuitul cu ajutorul undelor sonore.....	265
Ultrasunetul în tehnică.....	267
Trucuri în sonorizarea cinematografică.....	269
Fluieratul locomotivei.....	269
Descoperirea lui Doppler.....	271
Istoria unei amenzi	272
La întrecere cu sunetul	272
Fonul, unitatea de măsură a intensității sunetului.....	273
Unde latră cîinele?	275
„Este vocea dumneavoastră, o puteți duce acasă“	276
Dezlegarea întrebărilor cu tîlc	278
Bibliografie	282